

Franz-Dieter Schönberg

UNTERSUCHUNGEN ÜBER DIE WIRKUNG
GRENZFLÄCHENAKTIVER STOFFE AUF
DIE MENSCHLICHE GINGIVA

1967

Aus der Konservierenden Abteilung (Leiter: Prof.Dr.Dr.W.Ketterl)
der Klinik und Poliklinik für Zahn-, Mund- und Kieferkrankheiten
der Johannes-Gutenberg-Universität Mainz
(Direktor: Professor Dr. F. Jung)

UNTERSUCHUNGEN ÜBER DIE WIRKUNG GRENZFLÄCHENAKTIVER
STOFFE AUF DIE MENSCHLICHE GINGIVA

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der Würde eines Doktors der Zahnheilkunde
der Hohen Medizinischen Fakultät
der Johannes-Gutenberg-Universität Mainz

vorgelegt von
FRANZ-DIETER SCHÖNBERG
aus Prüm
Mainz 1967



Dekan: Professor Dr. L. DIETHELM

Referent: Professor Dr. Dr. P. RIETHE

Korreferent: Professor Dr. Dr. W. KETTERL

MEINEN LIEBEN ELTERN
GEWIDMET



Digitized by the Internet Archive
in 2026

INHALTSVERZEICHNIS

I.

ALLGEMEINER ÜBERBLICK

1. Grenzflächenaktive Stoffe	5
2. Kapillarsystem	17
3. Die Schleimhautverhältnisse des vestibulum oris	20
4. Mundflora	24

II.

UNTERSUCHUNGSMETHODEN

(Material und Methodik)	29
1. Die Technik der Vitalmikroskopie in der Mundhöhle	30
2. P M A - Index (gewöhnliche klinische Blickdiagnose, Blickdiagnose in Anlehnung an Hirt und Mühlemann und farbphotographischer Vergleich)	31
3. Bakterioskopische Untersuchungen (Styroxreflexabdruckverfahren und Abstrichverfahren)	33

III.

STATISTISCHE METHODIK UND AUSWERTUNGEN

1. Auswertung der bakterioskopischen Untersuchungen . .	38
2. Auswertung der kapillarmikroskopischen farbphotographischen Aufnahmen	49
3. Auswertung des farbphotographischen P M A - Indexes.	50
4. Auswertung des klinischen P M A	55

IV.

DISKUSSION UND ERGEBNISSE	67
-------------------------------------	----

V.

ZUSAMMENFASSUNG	69
---------------------------	----

VI.

LITERATURVERZEICHNIS	70
--------------------------------	----

In Anlehnung an Laux, K. (1960) versteht man :

Unter grenzflächenaktiven Stoffen Verbindungen, die sich in einem Lösungsmittel derart verteilen, daß ihre Konzentration an den Grenzflächen größer als im Innern des Lösungsmittels ist, wodurch eine Herabsetzung der Oberflächenspannung des Lösungsmittels erreicht wird.

Im Gegensatz zu der in den USA bereits seit Jahren in erster Linie für statistische Zwecke gebräuchlichen Bezeichnung "Surface aktive agents" umfaßt der Begriff "grenzflächenaktive Stoffe nach der Definition der AISV (Association Internationale de la Savonnerie) nicht nur die synthetischen, seifenähnlichen Stoffe sondern auch die Seife selbst. Eine spezielle Bezeichnung für die synthetischen, grenzflächenaktiven Stoffe zu ihrer Unterscheidung von der Seife existiert noch nicht, vorgeschlagen sind u.a. die Bezeichnungen "Tenside" und "Saponide", die aber bis jetzt noch nicht allgemein gebräuchlich sind.

Wichtige Verbraucher der synthetischen grenzflächenaktiven Stoffe sind vor allem Wasch- und Reinigungsmittel für den Haushalt, Erdölindustrie, Zement- und Baustoffindustrie, Textilindustrie, Lebensmittelindustrie, kosmetische Industrie und andere mehr.

Die grenzflächenaktiven Stoffe besitzen eine für sie typische, im wesentlichen lineare, unsymmetrische Struktur und bestehen aus einem mehr oder weniger langkettigen hydrophoben Molekülteil und einer hydrophilen Gruppe.

Der hydrophobe, d.h. wasserunlösliche Rest, ist meist eine gerade oder verzweigte aliphatische Kohlenwasserstoffkette, die auch durch Doppelbindungen Heteroatome oder Heterogruppen unterbrochen sein kann. Auch alkylsubstituierte aromatische Reste (Alkylarylreste) können den hydrophoben Teil bilden. Rein aromatische hydrophobe Reste sind nur selten anzutreffen. Neuerdings spielen auch perfluorierte Kohlenstoffketten eine gewisse Rolle. Diese sind stärker hydrophob als die entsprechenden Kohlenwasserstoffe. Der hydrophobe Charakter nimmt mit steigender Kettenlänge zu, während Doppelbindungen, Heteroatome und Heterogruppen die hydrophoben Eigenschaften meist herabsetzen infolge des Auftretens von Restvalenzkräften. Den hydrophilen Molekülteil bilden meist saure oder basische Gruppen, deren wasserlöslich machende Eigenschaften auf der Wirkung von Hauptvalenzkräften beruhen (Salzbildung) oder aber nicht

zur Salzbildung befähigte Gruppen, deren Hydrophilie auf Restvalenzkräfte zurückzuführen sind.

Zur zeichnerischen Darstellung der grenzflächenaktiven Stoffe bedient man sich einfacher Symbole. Die Kohlenwasserstoffkette des hydrophoben Restes wird meist durch einen Strich oder auch ein Stäbchen dargestellt und der Sitz der hydrophilen Gruppe durch einen kleinen Kreis oder Schwärzung angedeutet. (vgl. Abb. 1/2)

Die räumliche Anordnung der hydrophilen Gruppe im Molekül beeinflusst Grenzflächenaktivität und anwendungstechnische Eigenschaften stark.

Hinsichtlich Anordnung und Anzahl der hydrophilen Gruppen bestehen folgende Möglichkeiten:

Endständige Anordnung:

Das Molekül ist vollkommen asymmetrisch und polar aufgebaut, wie z.B. Seife $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_x\text{Coo Na}$. Derartige Verbindungen sind besonders grenzflächenaktiv und besitzen, einen genügend langen hydrophoben Rest vorausgesetzt, eine gute Waschwirkung.

Externe Anordnung:

Die hydrophile Gruppe kann über eine aliphatische oder aromatische Bindegruppe an den hydrophoben Rest gebunden sein $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_x\text{Coo}(\text{CH}_2)_2\text{So}_3\text{Na}$ oder $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_x\text{C}_6\text{H}_4\text{So}_3\text{Na}$. Diese Bindegruppen können ihrerseits schwach hydrophil sein und die Eigenschaften der Verbindungen wesentlich beeinflussen.

Mittelständige oder interne Anordnung:

Die hydrophile Gruppe teilt bei dieser Anordnung die hydrophobe Kette in zwei kürzere Reste $\begin{matrix} R_1 \\ R_2 \end{matrix} > \text{CHOSO}_3\text{Na}$.

Die Grenzflächenaktivität wird dadurch geringer. Die hydrophile Gruppe sitzt nur in wenigen Ausnahmefällen genau in der Mitte der hydrophoben Kette, ihr Eintritt erfolgt vielmehr an besonders reaktionsfähigen Stellen, z.B. Doppelbindungen. Sind solche Stellen nicht vorhanden, erfolgt die Anlagerung über die ganze Kette verteilt.

Mehrere stark hydrophile Gruppen im Molekül verringern im Allgemeinen die Grenzflächenaktivität, vor allem aber die Waschwirkung.

Einteilung der grenzflächenaktiven Stoffe:

Da sich die grenzflächenaktiven Stoffe je nach Art der hydrophilen Gruppe verschieden verhalten in wässrigen Lösungen, hat man dies als Grundlage

einer Einteilung benutzt. So werden sie heute allgemein in anion-aktive, kationaktive, nichtionogene und amphotere Verbindungen eingeteilt.

Verbindungen mit salzbildenden hydrophilen Gruppen, auch ionogene Verbindungen genannt, bilden beim Lösen in Wasser Ione. Ist die hydrophile Gruppe saurer Natur, so liegt der hydrophobe Rest mit der hydrophilen Gruppe als Anion vor, dem ein kleines Kation, z.B. das Natriumion gegenübersteht. Eine solche Verbindung wird als anionaktiv bezeichnet. Bei Verbindungen mit basischen hydrophilen Gruppen bildet der grenzflächenaktive Molekülteil in wässriger Lösung das Kation, die Verbindung ist kationaktiv. Stoffe, deren hydrophile Gruppen keine Salze bilden und die deshalb auch nicht dissoziieren können, bezeichnet man als Nicht-ionogen. Sind bei Verbindungen mit mehreren hydrophilen Gruppen diese teils basischer, teils saurer Natur, so können diese Stoffe je nach den Bedingungen der Lösung entweder kationaktiven oder anionaktiven Charakter annehmen. Sie werden deshalb als amphoter bezeichnet.

TABELLE I

Einteilung der grenzflächenaktiven Stoffe (n.Laux, K.(1960) S.159)

Typ	Grenzflächen-aktiver Res	Gegenion	Ionogenität
Seife	---Coo^-	Na^+	anionaktiv
Alkyltrimethylammoniumchlorid	$\begin{array}{c} \text{H}_3\text{C} \quad \text{CH}_3 \\ \quad \diagup \quad \diagdown \\ \text{---N}^+ \\ \quad \diagdown \quad \diagup \\ \quad \text{CH}_3 \end{array}$	Cl^-	kationaktiv
Alkylpolyglykoläther	$\text{---O}(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{O})_x\text{H}$		nichtionogen
Betain	$\begin{array}{c} \text{CH-Coo}^- \\ \\ \text{N}^+ \\ \\ (\text{CH}_3)_3 \end{array}$		amphoter

Diese Einteilung trägt auch den unterschiedlichen anwendungstechnischen Eigenschaften Rechnung. So verhalten sich z.B. kationaktive Verbindungen sowohl hinsichtlich ihrer Affinität zu Textilfasern als auch in der Waschwirkung grundsätzlich anders als anionaktive Stoffe. Sie zeigen unter gewissen Bedingungen eine "negative Waschwirkung", d.h. sie lösen

nicht wie anionaktive Verbindungen Schutz von den Fasern ab, sondern transportieren diesen aus dem Waschbad auf die Fasern. Sie werden deshalb auch als Invertseifen bezeichnet.

Nach Kuschinsky, G. und Lillmann, H. (1964) kommt dieser Terminus folgendermaßen zustande: "Bei einer normalen Seife liegt die langkettige Fettsäure als Anion vor, in diesen oberflächenaktiven Substanzen ist der langkettige Rest im Kation enthalten; die Verhältnisse sind also invert !"

Das physikalische Verhalten

Der Angriffspunkt der oberflächenaktiven Substanzen liegt an der Trennfläche zwischen zwei aneinandergrenzenden festen, flüssigen oder gasförmigen Phasen, die man als Grenzfläche bezeichnet. Bei der Trennfläche zwischen einer flüssigen und gasförmigen bzw. einer festen und gasförmigen Phase wird meistens kurz von Oberfläche gesprochen.

Die Oberflächenspannung wird nach Jirgensos, B. und Straumanis, M. (1949) so erklärt, daß auf Grund der van der Waalschen Kräfte Moleküle, wenn sie sich aneinander sehr stark nähern, anziehend aufeinander wirken. Ein Molekül in der Mitte einer Flüssigkeit wird von allen Seiten von seinen Nachbarn angezogen und die Kräfte heben sich deshalb auf. Anders ist es aber mit denjenigen Molekülen, die sich in der Oberfläche befinden. Hier werden die Nachbarmoleküle in Richtung der Flüssigkeit einseitig angezogen, da ja die Moleküle auf der entgegengesetzten Seite (Luftseite) fehlen; infolgedessen erfahren die Oberflächenmoleküle einen Zug in die Flüssigkeit, senkrecht zur Oberfläche. Die Flüssigkeit steht gewissermaßen unter Druck, weil eben die äußeren Moleküle die inneren drücken. Die ganze äußere Seite befindet sich infolgedessen in einem Zustande der Spannung.

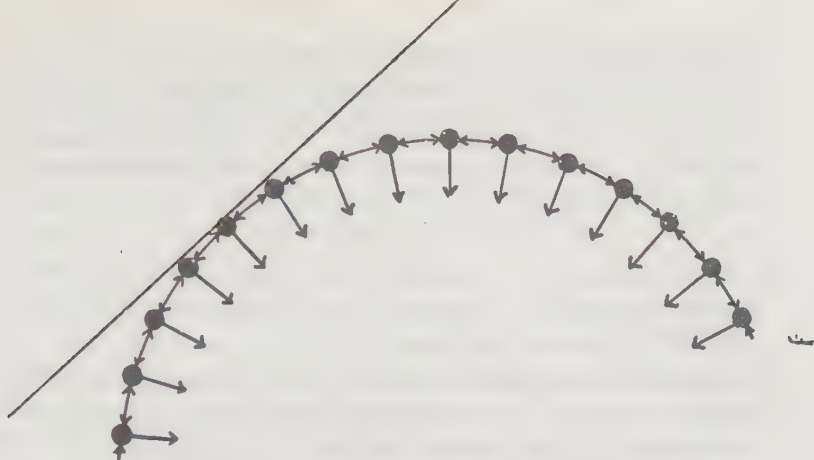


Abb. 1

Oberfläche eines Tropfens nach Jirgensos, B. und Straumanis, M. (1949).

An der Grenzfläche lagern sich nun die grenzflächenaktiven Substanzen dergestalt an, daß nur der hydrophobe Teil sich anlagert und somit der hydrophile Rest freibleibt.

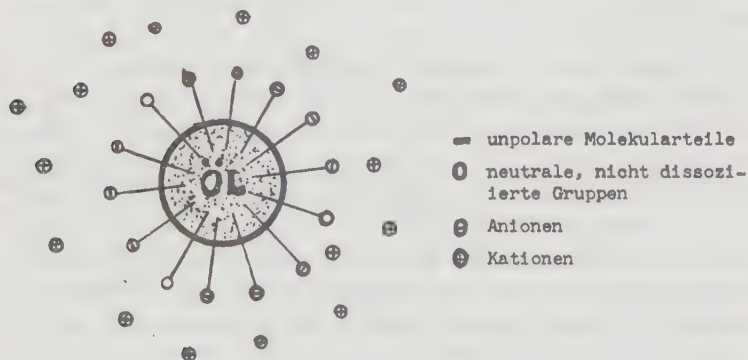


Abb. 2

In Wasser mit Hilfe einer grenzflächenaktiven Substanz emulgiertes Öltröpfchen nach Laux, K. (1960).

Somit erfolgt einmal eine Oberflächenvergrößerung und zum andern eine elektrostatische Umlagerung.

Die physikalisch-chemischen Vorgänge beim Waschen sind nur teilweise geklärt. Beim Waschen kommen praktisch alle mit der Herabsetzung der Grenzflächenspannung verbundenen Eigenschaften zur Auswirkung.

Eine brauchbare Waschwirkung tritt bei aliphatischen Verbindungen erst ein, wenn die hydrophobe Kohlenstoffkette mindestens 12 - 14 C-Atome hat.

Nach Jirgensos, B. und Straumanis, M. (1949) geben Seifen kolloidale Lösungen ab und somit sei die Waschwirkung größtenteils als ein Kolloidchemischer Vorgang zu betrachten.

Laux, K. (1960) sagt, daß für den Einsatz der grenzflächenaktiven Stoffe die Herabsetzung der Grenzflächenspannung selbst geringere Bedeutung habe, als deren Folgeerscheinungen wie Netzwirkung, Dispergier-, Peptisier- und Emulgierwirkung, Wasch- und Reinigungswirkung, Egalisier- und Durchfärbewirkung und Schaumkraft.

Die Wasserlöslichkeit nimmt bei ionogenen und nichtionogenen Verbindungen mit steigendem Molekulargewicht des hydrophoben Molekülteils ab. Bei den ionogenen Verbindungen nimmt die Wasserlöslichkeit zu bei Temperaturerhöhung.

Durch den Dipolcharakter der oberflächenaktiven Stoffe erfolgt in wässriger Lösung eine Aggregation, also eine Mizellenbildung. Diese Mizellenbildung bewirkt eine Änderung der physikalischen und elektrischen Eigenschaft der Lösung. Die Entstehung der Mizelle ist allerdings abhängig von der Konzentration. Diese Mizellenkolloide können wiederum in ihre einzelnen Aufbauteile zerfallen und zwar ist dieser Vorgang reversibel und er erfolgt bei Erhöhung der Temperatur. Die Salze der niedrigen Fettsäuren sind nicht aggregiert wegen des großen Anteils von COON_2 -Gruppen in wässriger Lösung. Eine Aggregation erfolgt erst bei sieben Kohlenstoffatomen.

Ein weiteres Charakteristikum der grenzflächenaktiven Stoffe ist die Schaumbildung. Laux, K. (1960) glaubt nicht an einen direkten Zusammenhang zwischen der Erniedrigung der Oberflächenspannung und der Stärke der Schaumentwicklung. Bei den ionogenen Verbindungen mit endständiger hydrophiler Gruppe liegt das Optimum der Schaumbildung meist bei den Verbindungen mit zwölf bis vierzehn Kohlenstoffatomen.

Untersuchungen über die Toxizität dieser Verbindungen haben nicht alle zu übereinstimmenden Ergebnissen geführt aber als gesichert kann jedoch gelten, daß quartäre Ammoniumverbindungen wesentlich toxischer sind als

anionaktive und nichtionogene Stoffe. Weiterhin besteht auch eine unterschiedliche Hautverträglichkeit; so sind z.B. kationaktive Stoffe wesentlich hautwirksamer als anionaktive und nichtionogene Verbindungen. Mit zunehmender Länge des hydrophoben Restes soll die Hautverträglichkeit besser werden. Als besonders gut hautverträglich wurden von verschiedenen Forschern Fettsäure-Eiweiß-Kondensate und Fettsäuresarkoside gefunden.

Nach Stüpel zit. nach Laux, K. (1960) wirken Seifen reizend auf die Haut, wenn sie kurzkettige Fettsäuren enthalten. Ungesäuerte Fettsäuren haben die gleiche Wirkung. Die synthetisch hergestellten grenzflächenaktiven Stoffe unterscheiden sich in der Wirkung nicht von der Seife. Bei Synthetika mit langgestreckten C-Wasserstoffketten als Hauptvalenzketten sowie bei solchen mit Carboxyl-Gruppen und gehäuftem N-Atomen im Molekül soll die Wirkung auf die Haut sogar günstiger sein. Durch die gute Resorptionsmöglichkeit in der Mundhöhle stellt sich die Frage, ob grenzflächenaktive Substanzen bei der Anwendung in Zahnpasten resorbiert werden und auf diesem Wege oder durch Verschlucken derselben zu irgendwelchen Schädigungen führen können. Borneff, J. (1960) stellt durch Untersuchungen an Mäusen fest, daß "handelsübliche Tenside von Typ "Pril"-flüssig in hohen Dosen per os vertragen" werden, sowohl was "die cancerogene Wirkung als auch die Giftigkeit der Substanz selbst" betrifft.

Nach Borneff, J. (1957) sind zwangsläufig aufgenommene Detergentiendosen im Bereich von 1-2 mg pro Tag unbedenklich.

Interessant ist das Verhalten der oberflächenaktiven Stoffe gegenüber Mikroorganismen. "Zahlreiche, kationaktive Stoffe besitzen ausgeprägte bakterizide und fungizide Eigenschaften, vor allem quartäre Verbindungen wie Dodecyldimethylbenzylammoniumchlorid sowie einige amphotere Verbindungen. Verbindungen dieser Art werden daher verbreitet als Desinfektionsmittel eingesetzt. Anionaktive und nicht ionogene Verbindungen sind in dieser Hinsicht weniger wirksam, lediglich die Alkylarylsulfonate zeigen eine gewisse Wirksamkeit" Laux, K. (1960).

Bei der Prüfung des von Fosdick, L.S. (1953) als Pastenzusatz verwandten Laurylsarkosinat konnte festgestellt werden, daß der Stoff auf vergrünende Streptokokken, Laktobazillen und Hefen bakteriostatisch wirkt und so die Gärung im Zahnbelag hemmt. Als hochempfindlich gegen Detergentien haben sich besonders die physiologischen Mundstreptokokken gezeigt. Milchsäurestäbchen zeigten sich weniger empfindlich.

Nach Kuschinsky, G. und Lillmann, H. (1964) werden beim Gebrauch von Invertseifen viele Keime, vor allem grampositive, sicher abgetötet; ob auch Sporen, Pilze, Viren und auch Tuberkelbazillen erfaßt werden, ist nicht sicher. "Der große Vorteil dieser Substanzgruppe liegt in der geringen lokalen und Systemtoxizität."

Leonhardt, H. (1961), der eine allgemeine Herabsetzung des Wachstums der Bakterienflora der Mundhöhle befürwortet, sagt: "Der medizinische Effekt von Zahnpasten muß also in einer grundsätzlichen Reinigung und eventuell noch allgemeinen, begrenzten Herabsetzung des Wachstums der Mikroorganismen der Mundhöhle, ohne wesentliche Störung des "vorhandenen Gleichgewichts derselben, liegen."

Skeptisch gegenüber antibakteriellen Mitteln verhält sich Bibby, G. (1960). Für ihn sind sie nur begrenzt brauchbar, und er hält gute Mundpflege, Zahnsteinentfernung und Zahnfleischbehandlung für entschieden besser.

Roigk, H. (1961) weist darauf hin, daß diese Substanzen eine starke Bakterizität bei tierischen Organismen besitzen. Er hält es nicht für unwahrscheinlich, daß diese Substanzen auch auf menschliche Zellverbände eine ungünstige Einwirkung haben können.

Ebenso erwähnt Hartlmaier, K.M. (1958), daß viele Präparate, die eigentlich krankheitsverhütend wirken sollen, Angriffsmittel sind, die die Entstehung von Krankheiten fördern. Er führt an, daß jedem Arzt bekannt sei, daß die biologische Selbstreinigung der Vagina nicht durch Spülung beeinträchtigt werden darf. So sagt er: "In Wasser gebracht hydrolysiert die Seife und es entsteht $C_{17}H_{35}COONa \rightleftharpoons C_{17}H_{35}COOH + NaOH$, wobei Natronlauge frei wird. Dadurch wird die Seife nicht allein alkalisch, sondern die Natronlauge gewebeätzend und zelltötend. Während die Körperhaut durch eine dicke Hornschicht dagegen geschützt ist, entbehrt die Schleimhaut solchen Schutzes."

Bober, H. (1957) hat kapillarmikroskopische Untersuchungen der Haut und Schleimhaut über Verträglichkeit der Waschmittel angestellt. Er kommt dabei zu einer Zweiteilung der Hautveränderungen, wodurch zwei unterschiedliche pathogenetische Prinzipien erfaßt werden. Einmal greift die Noxe an der Zelle unmittelbar an, zum andern ist die Schädigung primär am vegetativen Neurosyncytium oder am Kapillarendothel zu treffen.

Kitchin, P.C. und Graham, W.C. (1937) stellten Versuche an über die Wirkung von Alkylsulfat und Seife in Zahnpasten. Sie stellten fest,

daß dieses Detergenz 100%ige Reinigungswirkung hat. Entzündliche Veränderungen wurden bei keinem von beiden Mitteln beobachtet. Es traten jedoch Geschmacksveränderungen auf. Die Unterschiede in der Abrasionswirkung waren so gering gegenüber dem Unterschied der Reinigungswirkung, so daß sie ganz vernachlässigt werden können.

Andere Untersuchungen von Epstein, S. (1939) in Amerika ergaben, daß die Seifenersatzmittel (Natriumalkylsulfat und Natriumalkyllaurylsulfoacetat) in niedriger Konzentration (0,31 %) die subcutanen Gewebe deutlicher reizen als Seife. Kuschinsky, G. und Lüllmann, H. (1964) führen aus: "Da Zellmembranen aus Lipoiden und Proteiden bestehen, ist es verständlich, daß Moleküle mit starken hydrophoben und hydrophilen Gruppen die physikochemischen Strukturverhältnisse von Zellmembranen zu verändern vermögen. Wenn auch der Wirkungsmechanismus im einzelnen nicht bekannt ist, so scheint doch eine Leckbildung, die zum Verlust von Enzymen, Coenzymen und Stoffwechselzwischenprodukten führt, der entscheidende Eingriff zu sein."

Roigk, H. (1961) ist empört über die Widersprüche einiger Autoren; "Wird von einigen Autoren in diesem großen Nachschlagewerk der Zahnheilkunde der Zusatz von oberflächenaktiven Stoffen in den Zahnpasten als günstig empfohlen, so lesen wir an anderer Stelle, daß die Seifenzusätze wegen der damit verbundenen Gewebsauflockerung gerade bei bestehenden marginalen Parodontopathien vermieden werden sollten."

Roigk, H. (1961) weist darauf hin, daß die Oberflächenspannung als ein Schutzmantel der Zelle zu beachten ist, der unter physiologischen Verhältnissen das Eindringen von fremden Stoffen in die Zelle, und den Austritt von Zellflüssigkeit verhindert. Die anfängliche Irritation der Zelle durch Aufhebung der Oberflächenspannung und die gelösten Substanzen führt letztlich zu einer Zellschädigung. Damit geht er mit Bossard, J.F. (1964) u.a. konform, der sagt: "Die vor Fremdkörpern schützende Oberflächenspannung des Speichels wird von den Schaummitteln verändert. Seifen und Netzmittel durchbrechen diese natürliche Schutzbarriere und dringen in das Innere des Gewebes, d.h. in die Interzellularsubstanz ein. Normalerweise werden körperfremde Substanzen vom Organismus abgebaut und eliminiert. Wird aber das Zellgewebe immer wieder durch physikalisch-chemisch aktive Fremdstoffe ermüdet, so wird der Gewebskatabolismus gestört. Biologische Geschehen und physikalische Gesetze sind miteinander eng verbunden. Nach dem Verteilungsgesetz für gelöste Stoffe von Vant Hoff muß angenommen werden, daß jede in das

Zellgewebe eingedrungene chemische Lösung die Tendenz hat, ihre Moleküle zu distanzieren. Das geschieht im Gewebe durch Aufnahme von Wasser."

Mattig, G. und Jäger, R. (1943) haben im Rahmen ihrer Untersuchungen den Quelleffekt auf das Zahnfleisch mittels der Fluoreszenzmikroskopie einwandfrei nachgewiesen.

Bossard, J.F. (1964) , (vgl. Bossard J.F. 1950, 1959, 1964) hält bei vielen Fällen die Gewebshydratation als Ursache für eine Parodontopathie. Ähnliches behauptet Focke, G. (1951), der in den Jahren 1946/47, als man Zahnseifen benutzt hat, einen sprunghaften Anstieg von Reaktionen am Zahnfleisch erlebt und beobachtet hat.

Freilich gibt es heute keine Zahnseifen mehr, aber die Qualität der oberflächenaktiven Stoffe hat sich gebessert, und durch den Zusatz von Netzmitteln zu Mundpflegemitteln versucht man die Oberflächenspannung zu unterschreiten und ein Zerschäumen der stagnierenden Speicheregionen herbeizuführen, da allein durch mechanische Maßnahmen eine Reinigung nicht leicht zu erreichen ist. Nach Dunker, L. (1966) vor allem bei profunden Parodontitiden.

Plathner, C.H. (1958) hält den Nutzen der Seifenzusätze für sehr umstritten, und auch die modernen Netzmittel betrachtet er alle für cytotoxisch und schreibt ihnen eine ungünstige Beeinflussung der physiologischen Flora und Speichelzusammensetzung zu.

Bossard, J.F. (1959) in seinem Artikel "Mundhygiene und Frühbehandlung parodontaler Affektionen" bekämpft die Anwendung netzmittelhaltiger Zahnpasten, welche sich mehr auf die antiseptischen statt biologischen Einwirkungen einstellen und die nachweisbar schlechte Ergebnisse hervorrufen und rät, die netzmittelhaltigen Pasten zu ignorieren.

Bossard, J.F. (1950) weist darauf hin, daß die Wirkung der Netzmittel auf die Gewebe wegen ihres Eindringens in dieselben nicht beschränkt ist auf die kurze Dauer der Zahnreinigung mit der Bürste, sondern anhält bis die Substanzen wieder aus dem Gewebe herausgewaschen sind. So sagt Bossard, J.F. (1950): "Das Eindringen der Netzmittel in das Zahnfleisch in kürzester Zeit kann als Tatsache angesehen werden." Sich dieser Erkenntnis bedienend, benutzte Hofer, S. (1949) zitiert nach Bossard, J.F. (1950), Netzmittel, um rasch eine besonders gute Tiefenwirkung zu erhalten, bei lokaler Applikation von Medikamenten. Seine Versuche haben eindeutig bewiesen, daß Netzmittel das Eindringen von Fremdstoffen in die Gewebe erleichtern. Das mag nun für therapeutische

Zwecke vorteilhaft sein; doch im allgemeinen ist es nicht wünschenswert, wenn diese chemischen Stoffe nebst Fremdstoffen so leicht ins Gewebe eindringen.

"Mikroorganismen, die auf der normalen und geschlossenen Schleimhaut keinen Nährboden finden, gelangen in einer durch Netzmittel angerauchten Schleimhaut an ganz andere histologische Orte, und zwar an solche, die durchaus nicht an der Oberfläche liegen, "Mattig, G. und Jäger, R. (1943)
"Daß die Interzellulärsubstanz diese chemische Verbindung in gelöstem Zustand mit den Nährstoffen für die Zellen auch in tiefere Gewebsschichten trägt", befürchtet gleichfalls Roigk, H. (1961), der deshalb auch eine strenge Prüfung der Zusätze und der Konzentration fordert.

Sehr positiv äußert sich Willi, W. (1937), der nach seinen Erfahrungen niemals einen Fall von Schädigung oder Reizwirkung durch Sulforizinoleat erlebt hat. Er spricht sogar von einer "ausgesprochenen positiven Wirkung" auf die kranke Gingiva. "Es werden die desquaminierten Epithelien der Schleimhautoberfläche zusammen mit jedem Schmutz und Belag emulgiert, gelöst und weggespült, damit auch viele Bakterien und Entzündungsprodukte entfernt und die tiefer liegenden Zellschichten sensibilisiert". Driak, F. und Keresztesi, K. (1954) haben ebenfalls auf Grund ihrer Versuche festgestellt, daß Sulforizinoleat nicht als schädlicher, sondern als nützlicher Zusatz zu Zahnpflegemitteln angesehen werden darf.

In letzter Zeit ist es gelungen, grenzflächenaktive, biologische Substanzen zu finden, die als amphotere organische Elektrolyte eine echt physiologische Wirkung aufzuweisen haben und daher unschädlich sind. "Die Wirkstoffe werden auf dem Wege der Schaumzerstäubung im Vakuum (DBP 960 239) gewonnen und so aus einer organischen Suspension abgetrennt" Mattig, G. (1958). Die Untersuchungen Mattigs an 5000 Schulkindern zeigten günstige Erfolge. Mattig zeigt an, daß die biologisch wirksamen grenzflächenaktiven Stoffe toxische Fäulnisprozesse beseitigen und die Besiedlung durch peptisierende Mischflora verhindern.

Schmidt, B. (1959) konnte nach seinen Versuchen ebenfalls die positive Wirkung von dem neuen Wirkstoff (DBP 960 239) bestätigen. Schmidt, B., Fuchs, E. und Goethe, H. (1961) haben bei regelmäßiger Anwendung von biologischen Wirkstoffen bei geeigneten Fällen von Parodontopathien ein physiologisches Mundmilieu schaffen können mit Normalisierung des Abschliffungsprozesses, Verringerung der Taschentiefe, verbesserter Durchblutung des Zahnfleisches und Umstimmung der bakteriellen Mundflora im physiologischen Sinn.

Da die Wirkung vieler Stoffe im guten oder im schlechten Sinn oftmals von ihrer Konzentration abhängt, haben sich unsere Versuche mit Detergentien dahingehend konzentriert, ob eine doppelte Dosis von 3 % gegenüber der oft üblichen Dosis von 1,5 % an Detergentien in den Zahnpasten sich bemerkbar macht.

Kapillarsystem

Franke, J. (1956) hält es für schwierig, Angaben über Größe und Form der feinen Endgefäße zu machen. Zumal die Gefäßwand selbst nicht sichtbar ist, erkennt man höchstensfalls den aus roten Blutkörperchen bestehenden Blutfaden. Daß selbst die Kontur dieser Blutsäule nicht scharf gesehen wird, erklärt Franke dadurch, daß das ein- und ausfallende Licht ein trübes Medium, die Epithelschicht, passiert, wodurch Dispersionserscheinungen eintreten, die einen das Beobachtungsobjekt vergrößernden Effekt zustande bringen.

Wegen der Unzulänglichkeit und Undurchsichtigkeit der Epithelschicht, sind fast alle Versuche, an den Schleimhäuten des Menschen einen grundlegenden Einblick in das physiologische und pathologische Verhalten des Kapillarnetzes zu erhalten, gescheitert.

Am Parodontium können die terminale Strombahn der Gingiva und der Wurzelhaut unterschieden werden. Beide Stromgebiete sind unabhängig voneinander, Fröhlich, E. (1964). Sie entstehen unter bestimmten Voraussetzungen und können während des Lebens abgebaut werden. Die terminale Strombahn der Gingiva entsteht mit dem Durchbruch des Zahnes und besteht so lange der Zahn vorhanden ist, Fröhlich, E. (1964). Form und Funktion der Endstrombahn sind in den Geweben und Organen nicht einheitlich, so daß fast jede Körperstelle ihre eigene und vielleicht auch eigengesetzliche Mikrocirculation aufweist, Franke, J. (1964).

Illig, L. (1964) äußert sich zum Aufbau der terminalen Strombahn, daß die klassische Anordnung von Arterien, Kapillaren und Venen, wie sie seit Malpighi bis heute gelehrt wird, von ihrer Richtigkeit nichts eingeübt hat.

Daß manche Organe vorzugsweise Endarterien, andere Organregionen dagegen Netzarterien aufweisen, war den Anatomen schon längst bekannt. Die Erklärung hierfür hat Staubesand zit. nach Illig, L. (1964) vor kurzem gefunden: bei kompakten Organen mit mehrdimensionaler Ausdehnung findet man meist das Prinzip bäumchenförmiger Endarterien, während großflächige, dünn-schichtige, membranöse Gewebe ein anastomosierendes Arteriennetz aufweisen. Dies dürfte auch für die Mundschleimhaut gelten, zu welcher man die für die Haut üblichen Erklärung der thermoregulatorischen Funktion als Ursache der Netzbildung allerdings nicht heranziehen kann.

Franke nennt die kleinen Gefäße "die feinen Blutgefäße", während Forsslund, G. (1964) sie als "subepithelial" bezeichnet. Franke und Forsslund haben über Bau, Funktion und Veränderungen des Kapillarsystems der Gingiva Beobachtungen angestellt.

"Morphologisch gesehen, bestehen die subepithelialen Gefäße anscheinend aus zwei verschiedenen Gefäßtypen, einem Typus aus Schlingen und einem aus Anastomosen. Diese treten entweder einzeln auf oder kommen zusammen vor. Außerdem können sie zu verschiedenen Zeitpunkten ineinander übergehen."

Forsslund, G. (1964) beobachtete immer dieselben Kapillaren und stellte eine hohe Beständigkeit der Kapillaren der Gingiva fest.

Die Kapillaren gehen aus den Arteriolen hervor und sammeln sich wieder in den Venolen. In Ihrem Funktionsspiel sind die Kapillaren abhängig von den vorgeschalteten Arteriolen und Venolen, da sie sich wie ein passiver Schlauch verhalten, Illig, L. (1964). Die motorischen Gefäßnerven wirken nur, wo glatte Muskelfasern vorhanden sind.

Die Kapillaren sind muskelfreie Endothelschläuche. Das Endothel, die innerste Schicht, liegt auf dem Grundhäutchen und außen ist die Kapillare von der Adventitia umgeben. Die einzelnen Endothelzellen sind durch Kittsubstanzen verbunden, die von den Zellen produziert wird. Die Kontraktion kann man als erwiesen ansehen, und zwar

1. durch Schwellung der Endothelzellen - der Außendurchmesser der Kapillaren bleibt gleich,
2. durch Kontraktion der Endothelzellen - der Außendurchmesser der Kapillaren ist verringert,
3. durch Kontraktion der perikapillären Zellen
Illig, L. (1961)

Die Basalmembran besitzt fibrilläre Struktur und kollagene Fasern verankern sie in der Umgebung. Dadurch ist die Kapillare sehr elastisch. Die Adventitia besteht aus Pericyten. Sie umgreifen die Kapillaren und sitzen dem Grundhäutchen auf. Es sind verzweigte Zellen, die sich auch wieder lösen können. Die Kapillaren passen sich in ihrer Form der Architektur des Gewebes an, wie es bei der Gingiva gut zu beobachten ist.

Bei klinisch gesunder, rosafarbener Gingiva haben die feinen Gefäße eine haarnadelähnliche Form. Es handelt sich hierbei um Endkapillaren, im Gegensatz zur lockeren Mundschleimhaut, wo wir Strom- und Netzkapillaren finden.

Die Endkapillaren verlaufen senkrecht zur Geweboberfläche, so daß man bei der Aufsicht im Kapillarmikroskop nur Punkte sieht. Erst bei Seitenansicht sieht man den mehr oder minder gewundenen Verlauf der Gefäßschlingen. Den Ursprung nehmen sie aus einem parallel zur Oberfläche verlaufenden Gefäßnetz. Wir unterscheiden einen arteriellen und einen venösen

Schenkel mit dazwischenliegendem Schaltstück. Der venöse Schenkel ist meist gewunden, dicker und zeigt größere Unregelmässigkeiten.

Franke, J. (1964) hat durch Beobachtungen eine Arterio-Venöse-Relation zwischen 1 : 2 bis 1 : 3 bei klinisch gesundem Zahnfleisch gefunden. "In Anbetracht der Stoffaustauschfunktion im Kapillarbereich wird der Weitenregulation zwischen arteriellem und venösem Schenkel besondere Bedeutung beigemessen." Der Autor hat auch beobachtet, daß bei gesunder Gingiva knopfartige Verdickungen auftreten, meist im Bereich der Schaltstücke oder im Verlauf des venösen Schenkels. Die Länge der Kapillaren vom Scheitel bis Fußpunkt ist unterschiedlich. Franke, J. (1960) "Die bisher angegebenen Merkmale der feinen Gefäße variieren so in Ausprägung und Zusammensetzung, daß man kaum eine Kapillare findet, die genau der anderen gleicht. Keine kann für sich allein als repräsentativ oder typisch für das klinisch gesunde Zahnfleisch gelten. Jedoch ist die Variationsbreite der beschriebenen Merkmale insofern begrenzt, als bei klinisch erkranktem Zahnfleisch und der damit einhergehenden Farbveränderung des Gewebes sich andere Kapillarbilder einstellen und deutlich abgrenzen lassen." Man fand, daß im Erkrankungsfall das einzige Krankheitssymptom, die klinische Farbveränderung des Gewebes, mit typischen Formveränderungen der feinen Gefäße vergesellschaftet ist.

Bei hochrot gefärbter entzündeter Gingiva sind die Gefäße kräftiger ausgebildet, besonders Weitenzunahme am Schaltstück im venösen Schenkel ist zu beobachten. Es tritt eine Verschiebung der AV-Relation ein. Die Anzahl der Kapillaren scheint nicht verändert. Dieses Bild ist Zeichen einer akuten Entzündung.

Bei einer chronischen Entzündung finden wir eine bläulich-livide Verfärbung des Zahnfleisches. Die Kapillaren zeigen eine AV-Relation von 1 : 4, d.h. der venöse Schenkel zeigt eine grobe Weitenänderung mit varizenartigen Aussackungen. Verwindung und Verknäulung der Endstücke sind deutlich ausgeprägt. Es kann mitunter ein anderer Vascularisationstyp auftreten.

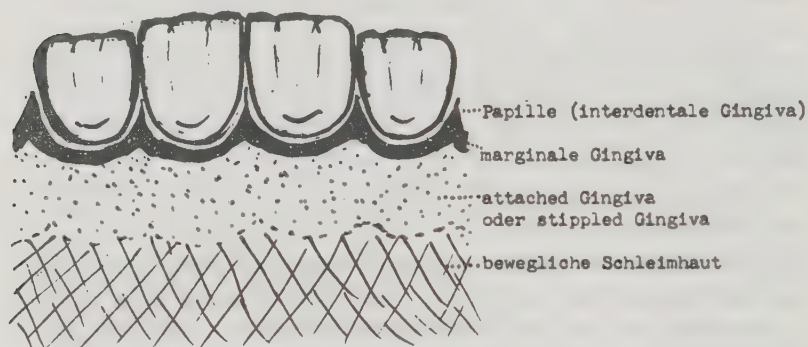
Durchblutungsstörungen führen also zu Formveränderungen der Gefäße. Bei hochrotem Zahnfleisch ist die Durchblutung gesteigert und intensiviert, ein Zeichen einer akuten Entzündung. Dies stimmt mit dem heutigen Entzündungsbegriff überein, der als Steigerung aller innergeweblichen Lebensabläufe definiert wird und von denen die Durchblutung ein Teilvorgang ist.

Beim bläulich-lividen Zahnfleisch ist der Abfluß behindert. Dies ist die Folge der ungleichmäßigen Weitenveränderung der Gefäße. Die Filtrations- und Rückresorptionsvorgänge sind gestört und entgleist.

Die Schleimhautverhältnisse des Vestibulum oris

In Anlehnung Glickmann, I. (1964) wird die eigentliche Gingiva in drei Abschnitte unterteilt:

- 1) die marginale
- 2) die interdentale
- 3) die attached Gingiva.



- 1) Als marginale Gingiva wird der nicht angeheftete Teil der Gingiva bezeichnet. Sie umfaßt die Zähne kragenartig und ist von der attached Gingiva durch eine seichte Furche getrennt. Sie formt den Gewebswall des Sulcus und kann mit einer stumpfen Sonde vom Zahn abgehoben werden.

Der Sulcus gingivae ist der verschieden tiefe V-förmige Raum, der den Zahn zirkulär umgibt. Die Oberfläche des Sulcus gingivae ist einerseits die Zahnoberfläche, andererseits das Epithel des freien Randes der Gingiva, das innere Saumepithel. Das innere Saumepithel hält den Verschluss an der Durchtrittsstelle des harten Zahnes durch die weiche Schleimhaut. Das äußere Saumepithel, es ist dies die sichtbare Epithelbekleidung des Zahnfleischrandes bis zum Limbus

gingivae, ist verhornt und hat entsprechend den Bindegewebspapillen tiefe Zapfen. Teils die Dicke des Epithels hier und seine Verhornung, teils das Fehlen einer Submucosa mit großen Blutgefäßen geben der Gingiva propria und besonders der Randpartie des Zahnfleisches ein mehr blasses Aussehen.

Die durchschnittliche Tiefe des Sulcus soll ca. 1,8 mm betragen, doch hat sie eine beträchtliche Variationsbreite von 0 - 6 mm.

- 2) Die Interdentaltapille nimmt den Raum zwischen zwei Zähnen ein und reicht normalerweise bis unter den Kontaktpunkt. Sie besteht eigentlich aus zwei Papillen und der dazwischen liegenden attached Gingiva. Die Gestalt ist der interproximalen Kontaktfläche angepasst. Sie ist pyramidenförmig und geht in die marginale Gingiva über. Fehlt ein Zahn, dann findet man nicht mehr die Interdentaltapille, sondern nur die Gingiva, die mit dem Septum interalveolare fest verbunden ist. und eine glatte runde Fläche darstellt.
- 3) Die attached Gingiva folgt der marginalen Gingiva und bedeckt den Alveolarknochen. Sie ist derb und eindrückbar und ist fest mit dem darunterliegenden Zement des Zahnes und dem Alveolarknochen verbunden. Auf der vestibulären Seite ist sie ausgedehnt bis zur relativ losen und beweglichen Alveolarschleimhaut. Von ihr ist sie abgesetzt durch die Mucogingivalinie. Die Weite der attached Gingiva variiert vestibulär von weniger als 1 mm bis 9 mm. Auf der lingualen Seite endet die attached Gingiva in der Mundbodenschleimhaut.

Auf der palatinalen Seite geht sie unmerklich in die gleichmäßig derbe, eindrückbare Gaumenschleimhaut über.

Die marginale Gingiva besteht aus einer zentralen Lage von Bindegewebe, das auf der Außenfläche und am Kamm von geschichtetem, schuppigem Epithel bedeckt ist. Es ist keratinisiert, parakeratinisiert oder beides. Es geht in das Epithel der attached Gingiva über. Das Epithel auf der Innenfläche ist weder verhornt noch parakeratinisiert. Es bildet die Wand des Sulcus gingivae.

Das Bindegewebe ist dicht kollagen und enthält ein System von Faserbündeln, genannt Gingival-Struktur. Sie dient dazu, die Gingiva fest an den Zahn zu pressen und sie mit dem Zement der Wurzel und der attached Gingiva zu verbinden. Die Fasern sind in drei Gruppen angeordnet:

Gingivodentalfasern
zirkuläre Fasern
Transportalfasern

Die Gingivodentalfasern setzen am Zement an, unterhalb des Epithelansatzes an der Basis des Sulcus gingivae und ziehen fächerförmig facial, lingual und interproximal zum Kamm und zur Außenfläche der marginalen Gingiva rund um den Zahn. Sie gehen auch aus vom Periost des Alveolarknochens.

Die cirkulären Fasern ziehen durch das Bindegewebe der marginalen und interdentalen Gingiva und umfassen den Zahn ringförmig.

Die Transportfasern spannen sich zwischen den Zement und ziehen am Grund des Sulcus gingivae zum Kamm des Interdentalknochens. Sie werden manchmal zu den Periodentalfasern gezählt.

Im Bindegewebe an der Basis des Sulcus gingivae finden sich Plasmazellen, Lymphocyten und Mastzellen. Sie stellen eine chronisch entzündliche Antwort auf die Irritation durch Bakterien und Zersetzungsprodukte der Nahrung dar. Sie gehören also zum normalen mikroskopischen Bild der Gingiva.

Die marginale Gingiva geht ohne scharfe Grenze in die attached Gingiva über, die ebenfalls aus einem Bindegewebs-Stroma und dem darauf liegenden Epithel besteht. Es ist differenziert in:

1. Stratum basale, bestehend aus kubischen Zellen,
2. Stratum spinosum mit polygonalen Zellen,
3. Stratum granulosum, bestehend aus abgeflachten Zellen, die im Cytoplasma keratohyaline Granular eingelagert haben,
4. Stratum germinativum
5. Stratum corneum mit keratinisierten und parakeratinisierten Zellen.

Das Bindegewebe der Gingiva ist als Lamina propria bekannt. Es ist vom Epithel durch eine feinfädige, 300 - 700 Å dicke Grenzmembran (Basalmembran) getrennt. Sie liegt unterhalb der Basalzellen. Die Lamina propria ist dicht kollagen mit einigen elastischen Fasern. Sie besteht aus zwei Schichten :

1. einer papillären Schicht, bestehend aus Papillen, die zwischen die abwärtsgerichteten Epithelfortsätze eingreifen,
2. einer retikulären Schicht, die auf dem Periost des Alveolarknochens liegt.

Die papilläre Lage enthält die Gefäßversorgung, auf die ich noch näher eingehe, die Lymphgefäße und Innervation.

Als Blutversorgung sehen wir im Mikroskop in jeder Papille eine einfache

Kapillarschlinge. Untersuchungen zeigen, daß Reservekapillaren vorhanden sind.

Quellen der Blutversorgung sind die supraperiostalen Arteriolen, entlang der Lippe, Wange und Zungenoberfläche des Alveolarknochens, die Arteriolen der Interdentalsepten und geringen Grades die Arteriolen vom Periodontalspalt.

Die Lymphgefäße beginnen in den Lymphspalten der Bindegewebspapillen. Sie setzen sich fort in das sammelnde Netzwerk außerhalb der Periosts und des Alveolarfortsatzes und dann in die regionären Lymphknoten. Die Lymphe unmittelbar unterhalb des festen Epithels breitet sich in den Periodontalspalt aus und begleitet die Blutgefäße.

Die Innervation leitet sich ab von Nerven aus dem Periodontalspalt und von Lippen, Wangen und Gaumennerven. Folgende Nervenstrukturen finden sich im Bindegewebe: argophile Fasern, die sich in das darüberliegende Epithel ausbreiten, Meissnersche Tastkörperchen, Kraus'sche Endkolben (Temperaturrezeptoren) und Spindelchen.

Färbung der Gingiva

Die normale Gingiva hat eine rosa Färbung. Sie ist bedingt durch die versorgenden Blutgefäße, die Dicke und den Grad der Verhornung des Epithels und durch die pigmenthaltigen Zellen. Die Färbung variiert und scheint mit der Hautpigmentation zu korrelieren. Demnach ist das Zahnfleisch bei blonden, hellhäutigen Menschen heller gefärbt als bei dunkelhäutigen. Bei Negern, Indern, Arabern u.a. findet man häufig braune bis hellbraune Flecken auf der Gingiva. Diese sind bedingt durch die Zahl der melaninbildenden Zellen. Im Gegensatz zur Gingiva ist die Alveolarmucosa rot, glatt und blank. Sie ist auf der Buccalseite durch die Mucogingivalinie scharf abgegrenzt. Dies wird durch die verschiedenartige Beschaffenheit des Bindegewebes verursacht. Die Alveolarmucosa besteht aus einem locker angeordneten Bindegewebe mit zahlreichen Blutgefäßen. Ebenso ist das Epithel dünner und nicht keratinisiert.

Gestalt der Gingiva

Die Gestalt der Gingiva variiert ständig und ist abhängig von der Gestalt der Zähne, ihrer Stellung im Zahnbogen und der Größe der Kontaktfläche. Die marginale Gingiva faßt die Zähne in kettenartiger Form ein und folgt der arkadenförmigen Außenlinie an der facialen und lingualen Oberfläche. Steht ein Zahn labial gekippt, dann ist die Arkadenkontur betont und die Gingiva liegt weiter apikalwärts. Ist dagegen ein Zahn lingual gekippt, dann ist

die Gingiva horizontal und verdickt. Die Höhe der Interdental-Gingiva variiert mit der Stellung der benachbarten Kontaktfläche.

Konsistenz

Die Gingiva ist derb, fest und eindrückbar und mit dem darunterliegenden Knochen festverbunden, mit Ausnahme des freien Gingivalrandes. Dieser erhält seine Festigkeit durch die Gingivalfasern. Durch die kollagene Natur der Lamina propria und ihrer Verbindung mit dem Periost des Alveolar-knochens ist die Festigkeit der attached Gingiva bedingt.

Oberflächenbeschaffenheit

Die Gingivaloberfläche gleicht einer Orangenschale infolge ihrer Punktierung oder Stippelung. Sie ist am besten an der trockenen Gingiva zu sehen. Die attached Gingiva weist die Punktierung auf, die marginale Gingiva nicht. Die Art der Tüpfelung ist von Person zu Person verschieden. Sie kann nicht nur rund, sondern auch oval oder linear sein, kann grob oder feingekörnt sein. Ihr Verlust wird als Zeichen einer beginnenden Entzündung angesehen. Die Tüpfelung bedeutet eine Anpassung an die mechanische Beanspruchung. Nach Rieth, P. (1965) finden sich zwischen den Geschlechtern und Altersgruppen keine Unterschiede in der Anzahl der Tüpfelung pro Fläche.

Die Oberfläche der Gingiva besteht aus verhorntem oder parakeratinisiertem Epithel oder aus beidem. Die Oberflächenschicht wird abgeworfen und regeneriert aus der granulären Schicht. Die Verhornung muß man als schützende Anpassung an die Funktion betrachten. Sie ist vermehrt bei Reizung der Gingiva. Die Zellteilung findet in der Basalschicht und den tieferen Schichten der Stachelzellschicht statt. Der Mitosenindex ist 50 % höher im Alter als bei jüngeren Personen.

Die Mundflora

Nach Berger, U. und Hummel, K. (1964) gibt es kaum eine Keimart, die - soweit sie beim Menschen vorkommt - nicht auch gelegentlich in der Mundhöhle angetroffen werden könnte.

Diejenigen Mikroorganismen, die mehr oder weniger dauernd in der Mundhöhle gefunden werden, bezeichnet man als Standortflora (resident flora). Die anderen Arten, die nur zufällig und vorübergehend nachgewiesen werden können, stellen die Durchgangsflora (transient flora) dar.

Die Mundflora besiedelt die Grenzfläche zwischen der festen Phase, von Schleimhaut, Zähnen, Zahnstein oder Nahrungsresten dargestellt, und der flüssigen Phase, dem Speichel.

Das Mikroklima der Mundhöhle setzt sich aus zwei Komponenten zusammen, der Feuchtigkeit des Speichels und der Temperatur durch das Gewebe. Der anatomische Bau und die verschiedenen funktionsmässigen Beanspruchungen der Mundhöhle lassen kein einheitliches Biotop entstehen, sondern stellen ein "Mosaik zahlreicher Mikrobiotope" dar. Somit kann man eigentlich nur noch von der Flora einer bestimmten oralen Region sprechen.

"Vagina und Darm sind Beispiele dafür, daß bei der Beurteilung einer Schleimhautflora nicht nur die auftretenden Bakterienarten, sondern auch ihr zahlenmässiges Vorkommen zu berücksichtigen sind. Das gesunde Verhältnisse kennzeichnende Bild einer Schleimhautflora bezeichnen wir als "Eubakterie", während der Begriff "Dysbakterie" jede Abweichung der mikrobiologischen Verhältnisse vom Normalen umfaßt."

Um sich einen Überblick über die Zusammensetzung der normalen Schleimhautflora in der Mundhöhle zu verschaffen, hat man erst einmal das Verhalten der Mikroorganismen gegenüber Sauerstoff betrachtet, und unterschied ganz grob alle Keime, die bei Luftzutritt wachsen als Aerobier im Gegensatz zu Anaerobiern, die sich nur unter Sauerstoffabschluß vermehren.

"In der Mundhöhle überwiegen die Anaerobier beträchtlich gegenüber den Aerobiern; man hat das Verhältnis beider Keimgruppen mit 3 : 1 ermittelt (Richardson et al. zit. nach Berger, U. und Hummel, K. (1964)).

In Anlehnung an Berger, U. und Hummel, K. (1964) gehören zu den aeroben Keimarten vor allem die Streptokokken. Sie nehmen den größten Teil (50 - 80 %) ein in der aerob wachsenden Flora. Den Streptokokken folgen an Zahl die Neisserien, deren Anteil an den Aerobiern etwa 5 % beträgt. Fast in ähnlicher Menge 1 - 5 % findet man auf der Mundschleimhaut grampositive Haufenkokken, die überwiegend zu der Gattung Micrococcus, zum kleineren Teil zu Staphylococcus gehören.

Zwei Gattungen von grampositiven Stäbchen wären als nächste zu nennen. Corynebacterium und Lactobacillus. Die apathogenen Corynebakterien bilden zum Unterschied von echten Diphtheriebakterien kleine, oft porzellanweiße Kolonien ohne Hämolyse. Der Anteil der Laktobazillen an der aeroben Flora ist großen Schwankungen unterworfen, die weitgehend von Cariesbefall abhängen. Bei Caries kann der Anteil bis zu mehreren Prozenten ansteigen. Der charakteristischen aeroben Mundflora zuzurechnen sind, wenn auch seltener vorkommend, Diplococcus mucosus, Diplococcus crassus und apathogene Hämophilus-Arten.

Das Bild der Anaerobierflora in der Mundhöhle ist noch vielgestaltiger.

Ihre Verteilung in der Mundhöhle ist ungleichmässiger und Zahlenangaben sind schwierig zu machen.

So spielen unter den Anaerobiern die gramnegativen Haufenkokken der Gattung *Veillonella* die dominierende Rolle. In ihrem Anteil an der Gesamtflora stehen sie den Streptokokken kaum nach. Unter den Stäbchen nehmen die Fusobakterien den ersten Platz ein. Bei mangelnder Mundhygiene besonders zahlreich ist der *Bacteroides melaninogenicus*.

Fadenbakterien teilen sich in zwei Gattungen: *Leptotrichia* und *Actinomyces*. Zu den wichtigsten Vertretern der *Leptotrichen* gehören die *Leptotrichia buccalis* und die *Leptotrichia dentium*.

Von *Actinomyces* kommen wenigstens zwei Arten in der Mundhöhle vor, der fakultative pathogene *A. israeli* und der harmlose *A. naeslundii*.

Die Gruppe der oralen Spirillen und Vibrionen ist zur Zeit noch ungenügend erforscht, um Häufigkeitsangaben zu machen.

Gräf, W. (1961) hat bei seinen Untersuchungen anaerobe Myxobakterien in der Mundhöhle entdeckt. Myxobakterien waren bis dahin nur als obligat-aerobe Boden- und Dungbewohner bekannt. "Die anaeroben Myxobakterien der Mundhöhle scheinen die, bei denjenigen der freien Natur häufig anzutreffende Eigenschaft andere lebende Mikroorganismen anzugreifen, beibehalten zu haben; ihr Epitheldurchwanderungsvermögen wurde nachgewiesen." Gräf, W. (1961).

Borrelia, *Treponema* und *Leptospira* findet man unter normalen Verhältnissen sehr spärlich; bei mangelnder Mundhygiene und entzündlichen Veränderungen können sie sich jedoch gewaltig vermehren. Nach Berger, U. (1955) kommt zu dieser aerob und anaerob wachsenden Mundflora noch eine sogenannte bereits erwähnte "Durchgangsflora" hinzu, die er aus didaktischen Gründen wie folgt aufteilt:

- 1) Arten der normalen Darm- und Genitalflora
- 2) Freilebende Arten der Außenwelt
- 3) Pathogene Arten, die die Mundhöhle im Rahmen eines Keimträgertums vorübergehend besiedeln.

Zu dieser sogenannten Durchgangsflora lassen sich folgende Keimarten zählen:

E. coli, *Klebsiella* - *Aerobacter*, *Proteus* und *Pseudomonas aeruginosa*, dann Sporenbildner, Strahlenpilze und Schimmelpilze, ferner in der heißen Jahreszeit und in Epidemiegebieten Typhus- und Paratyphusbakterien, Poliomyelitis- und Coxsackieviren, dann die verschiedensten pathogenen Kokken wie Influenzabakterien und das Influenzavirus.

Die Tatsache, daß die Mundhöhle eine so vielgestaltige und starke Bakterienflora aufweist, beweist noch nicht, daß diese wirklich schädlich oder nützlich für den Organismus ist.

Der Organismus nimmt die ständige Gegenwart fakultativer Erreger in Kauf, um obligate Erreger fernzuhalten, Berger, U. und Hummel, K. (1964) "Die Biozönose der Mundhöhle ist demnach keine eigentlich nützliche oder gar unentbehrliche Einrichtung; sie ist nur unter den gegebenen Verhältnissen die beste aller möglichen 'Lebewelten'."

Berger, U. und Hummel, K. (1964) geben an, daß die Keimzahl nicht nur bei verschiedenen Individuen differiert, sondern bei gleichem Individuum auch erheblichen "tageszeitlichen Schwankungen" unterworfen ist. So findet man morgens vor dem Frühstück im allgemeinen die höchsten Werte an Bakterien-dichte.

"Die Zahl der Bakterien wächst mit dem Alter und ist an das Vorhandensein von Zähnen gebunden. Sie ist geringer unter hygienischen Bedingungen als bei einer ungenügenden Mundpflege. Das Spülen des Mundes mit einfachem Wasser oder Mundwasser reduziert die Zahl vorübergehend". Orban, B., Wentz, M.P., Everett, F.G. und Grant, D.A. (1958)

Erst wenn das Gleichgewicht der Bakterien untereinander entschieden gestört ist, können die bakteriellen Symbionten zu Krankheitserregern werden wie z.B. die Spirillen und Fusobakterien (*Fusobakterium Plaut-Vincenti* und *Treponema microdentium*). Diese nehmen dann den Platz anderer apathogener Mikroorganismen ein, wenn sich die Lebensbedingungen zu ihren Gunsten ändern. So unterdrückt z.B. die orale Anwendung bestimmter Antibiotika die grampositiven Kokken und Bazillen, die normalerweise die Fungi in Schach halten, wodurch es oft zu schweren Infektionen der Mundhöhle kommt wie die Soor-Erkrankung (Erreger: *Candida albicans*)! Allerdings genügen bereits schon geringfügige exogene Reize wie scharfe Zahnkanten, Zahnsteinbildung, Überstehende Füllungen, breitbasig aufliegende Brücken, um die Bakterienflora des Mundes zu verändern.

Gins, H.A. (1955) "Das Auftreten der Spirillen am Zahnfleisch ist kein Normalzustand, sondern es gehört in den Bereich pathologischer Veränderungen und sollte bezüglich der Bekämpfung der Parodontitis als Volkskrankheit stark beachtet werden."

Gins, H.A. (1947) sieht die Zahnfleischartzündung als echte Infektionskrankheit, als sogenannte Spirillose, an.

Nach Berger, U. (1955) zeigt die pathologisch veränderte Mundflora bei

Parodontopathien "eine Mischflora, deren auffallendster Vertreter die Spirochaeten und fusiforme Stäbchen sind."

Die Autoren Smith, D.T. (1932), Gins, H.A. (1947), Klein, H. (1962) machen ausschließlich fusiforme Bazillen und Spirochäten für das Krankheitsbild verantwortlich. Nach Brachmann, F. (1963) sind in der normalen Keimflora anaerobe proteolytische Keime wie Spirillen, Spirochäten, fusiforme Stäbchen, Leptotrichen nur vereinzelt nachweisbar. "Treten jedoch pathologische Veränderungen ein, so wird innerhalb von 24 Stunden das obengenannte Gebiet in der Mundhöhle geradezu ein Tummelplatz zahlreicher Mikroorganismen und Pilze mit ebenso schlagartig einsetzender schrankenloser Vermehrung".

"Ein Hinweis darauf, daß Bakterien eine Zahnbetterkrankung hervorrufen können, ist die Tatsache, daß Zahnfleischentzündungen im allgemeinen verschwinden, wenn äußerliche, bakterienhaltige Schmutzanhäufungen vom Zahnfleischsaum entfernt werden, und umgekehrt, daß eine Entzündung entsteht, wenn große Anhäufungen von Organismen auf dem Zahnfleisch liegengelassen werden" Bibby, Basil, G. (1961).

Lassen sich für die entzündlichen Veränderungen der Gingiva auch keine bestimmten Erreger verantwortlich machen, so gibt es doch verschiedene Bakterienarten, die bei diesem und jenem Krankheitsbild vorherrschen. Somit befürwortet Leonhardt, H. (1961) hinsichtlich der Prophylaxe eine allgemeine Herabsetzung des Wachstums der Bakterienflora in der Mundhöhle.

UNTERSUCHUNGSMETHODEN
(Material und Methodik)

Zur Untersuchung kamen zwei verschiedene grenzflächenaktive Substanzen, die in 3%iger Konzentration als Zahnpasta angewandt wurden.

Es handelt sich um Steinapol SBL 203 und Texapon K 12:

N a m e	chem.Zusammen- setzung	Konzentra- tion	Hersteller Firma
Steinapol SBL 203	Sulfobernstein- säurehalbester	3 %ig	Rewo.chem.Fabrik Steinau
Texapon K 12	Natriumlauroyl- Sulfat	3 %ig	Dehydag (HENKEL)

36 Personen im Alter von 20 - 30 Jahren mit größtenteils gesunder Gingiva stellten sich freiwillig nach Befragen als Probanden zur Verfügung. Diese Probanden waren keine Patienten der Klinik sondern stellten sich zusammen aus dem Bekannten- und Verwandtenkreis des Doktoranden. Die Probanden wurden nach der Anfangsuntersuchung angewiesen, zwei Mal täglich (morgens und abends) jeweils zwei Minuten lang mit ihrer verabreichten Paste Zähne und Zahnfleisch zu bürsten mittels einer ausgehändigten neuen Zahnbürste. Dabei wurden sie angehalten, keine gingiva-therapeutischen Mittel nebenbei zu gebrauchen. Von diesen 36 Probanden benutzten ein Drittel eine Placebo-Paste, das andere Drittel Steinapol SBL 203 und ein weiteres Drittel Texapon K 12. Die Namen und Konzentrationen der Substanzen in den Pasten waren weder dem Probanden noch dem Doktoranden bekannt und wurden erst nach der abgeschlossenen Untersuchung bekanntgegeben.

Um die Wirkung der Detergentien möglichst objektiv zu erfassen, wurden folgende Untersuchungen vor und nach zweiwöchigem Pastengebrauch durchgeführt:

- 1) kapillarmikroskopischer Vergleich
- 2) gewöhnliche klinische Diagnose mit Hilfe des FMA-Index
(Blickdiagnose in Anlehnung an Hirt und Mühlemann)
- 3) farbphotographischer Vergleich
- 4) bakteriologische Untersuchungen mit Hilfe des
Styroxabdruckverfahrens

5) bakterioskopische Untersuchungen mit Hilfe von Taschensekretabstrichen.

Die quantitative Auswertung von "Bildern" (mikroskopische und makroskopische Farbphotographien, bakterioskopische Abdrücke und Abstriche) ist relativ schwierig. Zur Sicherheit wurde die Quantifizierung von zwei Personen getrennt durchgeführt. Im Einzelnen gingen wir dabei so vor: die Objektträger mit den Abstrichen und Styroflexabdrücken sowie die mikroskopischen und makroskopischen Farbphotographien wurden nummeriert, so daß der Untersucher keine Kenntnis hatte vom Namen des Probanden, von der Art der Paste und ob es sich um Anfangs- oder Endbefund handelte.

Die Fälle, in denen sich bei der getrennten Beurteilung verschiedene Ergebnisse zeigten, wurden erneut untersucht. Beim Zeichentest stellte sich später heraus, daß sehr viele Nullfälle (eine gleiche Beurteilung der Anfangs- und Endbefunde) vorliegen, die für die statistische Auswertung als Informationsträger verloren gingen. Diese Nullfälle wurden nochmals nach den oben angegebenen Methoden untersucht mit dem Ziel, eine Stichentscheidung herbeizuführen. Dies war nicht in allen Fällen möglich.

Die Technik der Vitalmikroskopie in der Mundhöhle

"Die Probleme der Kapillarmikroskopie in der Mundhöhle, die Ruhigstellung des Objektes sowie die Beobachtung mit stärkerer Vergrößerung und gleichzeitiger Photographie sind bisher nur unvollständig gelöst" (Mutschelknaus, R. und Schumann, J. (1965)).

Um die Wirkung der Detergentien auf die Kapillaren beurteilen zu können, wurden vor und nach der Behandlung Aufnahmen mit dem Kapillarmikroskop gemacht. Die gesamte optische Einrichtung befand sich auf einem ölhydraulischen Hubtisch, an welchem der Proband sitzend untersucht wurde. Das Mikroskop stand in horizontaler Lage auf einem Zeisskreuztisch, der in der Höhe und nach allen Richtungen verstellbar ist. Eine Stütze für Kinn und Kopf ist angebracht, um eine Ruhigstellung des Untersuchungsfeldes zu gewährleisten. Die Lippen wurden vom Probanden selbst abgehalten und das Objektiv an die Gingiva herangebracht. Es wurde ein Zeiss-Auflicht-Mikroskop benutzt. Das Objektiv vergrößerte 6,3-fach und das Okular 8-fach. Bei Betrachtung ohne Kamera erhielt man ein ca. 50-fach vergrößertes Bild. Die Kamera gab nur ein 25-fach vergrößertes Bild wieder. Die Aufnahmen wurden mit einer speziell dafür gebauten Kleinbildkamera gemacht. Als Film wurde Agfacolor CT 18 benutzt.

Der allgemeinen Auffassung, daß der Zahnfleischsaum und die Interdentalspapille die feinsten Indikatoren für den Gesundheitszustand des Parodontiums sind, schließt sich Franke, J. (1964) ebenfalls an und hat auch seine Versuche auf diesen Teil des Gewebes beschränkt. Unsere Aufnahmen haben sich gleichfalls auf Zahnfleischsaum und Interdentalspapille beschränkt.

Der von Wannenmacher festgestellte "besondere Nachteil" des Beschlagens des Objektives durch die Ausatemungsluft (zit. nach Mutschelknaus, R. und Schumann, J. (1965) hat unsere Arbeiten bei dieser Aufnahmetechnik ebenfalls stark behindert.

Weiterhin haben wir festgestellt, daß die Aufnahmen nicht bei jedem Probanden gleich gut zu erzielen waren, obwohl stets bei jeder Untersuchung mindestens zwei Aufnahmen gemacht worden waren. Die Ursache hierfür liegt wahrscheinlich in der Dicke der Epithelschicht, in dem Grad ihrer Verhornung und in der Stärke der Pigmentierung. Trotz allem konnten nach den Bildern Form, Stärke und Anzahl der Kapillaren annähernd beurteilt werden. Wie schon aus bereits erwähnten Gründen konnten lediglich die Erythrocytenströme nicht aber die Kapillarwände gesehen werden.

Der P M A - Index

In der Bemühung um eine objektive Erfassung des Entzündungsgrades des Zahnfleisches haben Massler, M., Schour, J. und Chopra, B. (1950) als erste einen leicht durchführbaren Index zur quantitativen Bestimmung des Entzündungsgrades der Gingiva entwickelt. Nach diesem Index werden die Interdentalspapillen (P) die labiale, marginale Gingiva (M) und die angewachsene Gingiva propria (A) mit einer stumpfen Sonde auf ihre Blutungsbereitschaft untersucht und nach genau festgelegten Entzündungsgraden bewertet.

Diese Methode hat sich, wie aus einer Arbeit von Hirt, Chr. und Mühlemann, H.R. (1956) u.a. hervorgeht, bewährt.

Die Beurteilung des Entzündungsgrades der Labialfläche der Papillen, der marginalen Säume und der Gingiva propria des Oberkiefers und Unterkiefers erfolgte bei unseren Probanden zu Beginn und am Schluß der Behandlung in Anlehnung an die Arbeit von Hirt und Mühlemann nach einer genau definierten Einteilung der Entzündungsgrade von 0 -- IV.

Entzündungsgrad	0:	Normale entzündungsfreie PMA hinsichtlich Farbe und Form
Entzündungsgrad	I:	unverändert erscheinende PMA, jedoch bei Sondierung leicht auftretende Blutung
Entzündungsgrad	II:	sichtbare entzündliche Veränderung der Farbe von PM oder A (Zyanose, Rötung) bei leichter Sondierung auftretende Blutung ohne Aufquellen des Gewebes
Entzündungsgrad	III:	entzündliche Veränderungen mit ödematöser Verdickung mit und ohne Farbveränderung. Blutung bei Sondierung
Entzündungsgrad	IV:	nekrotisierende und ulcerierende Veränderungen am Zahnfleisch.

Beispiel einer Auswertung eines P M A - Index

Proband: Schmidt, Ursula

Alter: 21 Nr. 6

Datum : 3. 9. 1965

Kandidat: F.D.Schönberg

Paste: M

A n f a n g s b e f u n d

	9	8	7	6	5	4	3	2	1	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Oberkiefer	P			o	o	o	o	1	1	1		1	1	1	o	o	o	
	M			o	o	o	o	1	1	1	1	1	1	o	o	o	o	
	A			o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	

	9	8	7	6	5	4	3	2	1	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Unterkiefer	P			o	o	o	1	1	1	1		1	1	1	o	o	o	
	M			o	o	o	1	1	1	1	1	1	1	1	o	o	o	
	A			o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	

E n d b e f u n d (21.9.1965)

	9	8	7	6	5	4	3	2	1	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Oberkiefer	P			o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	
	M			o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	
	A			o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	

	9	8	7	6	5	4	3	2	1	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Unterkiefer	P			o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	
	M			o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	
	A			o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	

Farbphotographischer Vergleich

Der farbphotographische Vergleich, der in einer früheren Arbeit Riethe, P. (1963) durchgeführt worden war, wurde hier konsequent bei allen Probanden angewandt. Als Aufnahmegerät diente eine Leica mit Balkenauszug und Ringlitz unter Verwendung des Ektachrom-Films.

"In Anlehnung an Van Hyson, G. und Boyd, T.M. (1952), Massler, M., Rosenberg, H.M., Carter, W. und Schour, J. (1955), Hiniker, J.J. und Forscher, B.K. (1954) wird festgestellt, daß nicht immer eine befriedigende Übereinstimmung zwischen dem klinischen Befund und der Untersuchung mit Farbphotos bei den vorliegenden Aufnahmen bestand" (zit. nach Riethe, P. (1965)). Trotzdem erscheint es sorgfältiger, wenn der FMA-Index durch Farbphotos ergänzt wird.

Der Frontzahnbereich bis zu den Eckzähnen wurde jeweils zweimal photographiert, um etwaige Fehler möglichst auszuschalten. Eine auffällige Diskrepanz zwischen klinischem und farbphotographischen Vergleich konnte man bei uns nicht feststellen.

Bakterioskopische Untersuchungen

Ein für diagnostische Zwecke unentbehrliches Verfahren ist der Styroflexabdruck, (vgl. Gins, H.A. und Mattig, G. (1940) mit dessen Hilfe es möglich ist, ein genaues Bild über die Qualität der Bakterienflora des Zahnfleisches zu erhalten. Es handelt sich dabei um durchsichtige, chemisch-indifferente Folien in einer Dicke von 0,04 bis 0,06 mm (Hersteller: Norddeutsche Seekabelwerke).

Bei dem Styroflexverfahren wird zunächst die für den Abdruck vorgesehene Zahnfleischpartie durch den Luftbläser zur Abdruckaufnahme vorbereitet. Dann wird ein nicht zu großes Blättchen der Folie auf das Zahnfleisch, am besten immer an der gleichen Stelle, "aufgelegt und der Abdruck dadurch einigermaßen gleichmäßig erzielt, daß man die Fingerkuppe eines Fingers unter leichtem Druck über dem Styroflexblättchen abrollen läßt." Gins, H.A. (1947). Mit der Pinzette wird der Abdruck dann entfernt und mit der Schichtseite nach oben auf eine Stecknadel, die bereits ein Schildchen mit dem Namen des Probanden, Nummer, Datum u.a. trägt, aufgespießt. Die Präparate werden dann bis zum Färben am besten in der Luft getrocknet. Als Färbemethode hat sich die nach Gram als zweckmäßig erwiesen. Zur Fixierung legt man die Folien 10 Minuten in Methylalkohol und führt dann die Färbung durch. Zur Einbettung haben wir verdicktes Zedernholzöl herangezogen, da die Styroflexfolie in Äther und Xylol löslich ist. Die Präparate werden

dann mit der Schichtseite des Films nach oben eingedeckt.

Die mikroskopische Betrachtung läßt schon bei schwacher Vergrößerung nicht nur Bakterien, sondern auch Bestandteile der Deckschicht des Zahnfleisches erkennen. Das Vorhandensein von abgeschilferten Epithelien ist durchaus normal, da das Deckepithel der Gingiva einem ständigen Wechsel unterworfen ist, "in seinen äußersten Schichten abgestoßen und von innen her erneuert" wird.

Nach Gins, H.A. und Mattig, G. (1940) finden wir in den Zahnfleischabdrücken von Kleinkindern im Alter von vier bis sechs Jahren "zu ungefähr 80 %" ein reines Epithelzellenbild. Mit zunehmendem Alter verschiebt sich der Anteil an Epithelien zu Gunsten der Bakterien und Leukocyten, obgleich das Vorhandensein einzelner Leukocyten noch nicht für ein pathologisches Geschehen spricht. Selbst die kleinste Verletzung des Zahnfleisches, hervorgerufen durch eine Brotkruste oder Zahnbürstenborste, machen vorübergehend ein vermehrtes Auftreten von Leukocyten möglich. Erst wenn das ganze Bild des Zahnfleischabdruckes von Leukocyten beherrscht wird, meist in charakteristischen Anordnungen - in dichten Haufen oder als breite Leisten in Höhe des Zahnfleischsaumes liegend -, ist dies als Ausdruck der Entzündung zu werten. Auf diese Weise ist es möglich, entzündliche Veränderungen der Gingiva zu erfassen, obwohl die klinische Untersuchung die Feststellung einer Zahnfleischentzündung noch nicht erlaubt.

Bei unseren Untersuchungen gingen wir so vor, daß wir zu Beginn der Behandlung und zum Abschluß der Behandlung einen Styroflexabdruck nahmen. Der Abdruck wurde möglichst an der gleichen Stelle, an der labialen Fläche zwischen den rechten oberen Frontzähnen vorgenommen.

Da die mechanische Reinigung auch das alleinige Spülen mit Wasser das bakterielle Bild und Zellbild der Zahnfleischoberfläche vorübergehend verfälschen können, wurden die Probanden aufgefordert, ihre Zähne nicht kurz vor der Untersuchung zu reinigen und zu spülen. Die Behandlungszeit betrug zwei Wochen.

Neben dem Verfahren des Styroflexabdruckes wurde zu Beginn und am Ende der Behandlung bei allen Probanden im Oberkiefer zwischen dem linken ersten und zweiten Schneidezahn mit einer sterilen Platinöse Taschensekret entnommen und auf Objektträgern ausgestrichen. Die Abstriche wurden über der Flamme getrocknet und fixiert und dann nach Gram gefärbt und mikrobiologisch ausgewertet.

Folgende Bakterienarten wurden dabei neben A) Epithelzellen und B) Leukocyten in den mikroskopischen Präparaten differenziert (vgl. Tabellen)

C) Staphylokokken :	Staphylokokkus aureus
D) Streptokokken :	Streptok. viridans Gruppe Streptok. lactis Gruppe Enterokokken-Gruppe Haemolysierende Streptokokken
E) Gramnegative Diplokokken :	Neisseria catarrhalis Diplok. crassus
F) Grampositive Stäbchen :	C. pseudodiphtherica C. necroticanus L. acidophilus
G) Gramnegative Stäbchen :	E. coli E. proteus Ps. aeruginosa
H) Fadenbakterien :	Leptotrichia buccalis Leptotrichia dentium Actinomyces israeli
I) Schraubenbakterien :	Borrelia buccalis Treponema microdentium
J) Fusobakterien :	Fusobakter. Plaut-Vincenti Fusobakter. necrophorum

Zu A) Zellen

Wie bereits erwähnt, ist die Anwesenheit von Epithelzellen nicht als pathologisch zu werten. Es handelt sich hierbei um einen natürlichen Vorgang der Regeneration, wobei die äußeren Schichten abgestossen und von innen her eine Zellenerneuerung stattfindet, Gins, H.A. (1947). Die Anzahl der aufgefundenen Epithelzellen gibt noch keinen Aufschluß über eine Entzündung der Schleimhaut.

Zu B) Leukocyten

Durch die amöboide Eigenschaften vermögen Granulocyten und Monocyten die Gefäßwand zu durchdringen. Nach Rotter, W. und Lapp, H. (1958) besitzen die granulierten Leukocyten die Fähigkeit, Fremdkörper, vor allem auch Mikroorganismen mit ihren Toxinen zu phagocytieren, durch ihre eigenen Fermente zu zerstören und dadurch unwirksam zu machen. Deshalb stellen die Leukocyten einen unentbehrlichen Bestandteil des Abwehrsystems des Körpers dar. Im entzündeten Gewebe werden sie durch hier freiwerdende Stoffe, sogenannte Leukotoxine (Menkin, zit. nach Rotter, W. und Lapp, H. (1958) aus den Gefäßen angelockt, indem diese die Permeabilität der Kapillarwände erhöhen. "Zugleich bilden sich Leukocyten aber auch ohne Zweifel an Ort und Stelle aus dem ortsständigen Mensenchym und aus den Adventitiazellen (Marchand und Herzog, G. zit. nach Rotter, W. und Lapp, H.(1958)). Folglich gelten sie, sofern sie in großer Zahl in einem Gewebe vorkommen,

als fast sicherer Ausdruck einer dort ablaufenden Entzündung.

Diese Feststellung konnten wir im Rahmen unserer Untersuchungen ebenfalls machen, so alle klinisch erkennbaren Entzündungen auch auf den ausgeführten Styroflexabdrücken und Taschensekretabstrichen diffus oder in Haufen Leukocyten aufwiesen.

Zu C) Staphylokokken

Es sind kleine sphärische Kokken gleicher Größe von etwa $0,8 \mu$ Durchmesser, die in unregelmäßigen Haufen liegen.

Bei Gingivitis und Parodontitis spielen die Staphylokokken keine Rolle, doch bei Infektionen der Schleimhäute des Respirationstraktes spielen sie eine große Rolle nach Berger und Hummel. Sie produzieren in Anlehnung an Schütz, F. und Jensen, J. (1958) eine Reihe für die Pathogenese aufschlußreiche Substanzen.

Für uns interessant sind davon :

- 1.) das Leukocidin, welches die Leukocyten zerstört,
- 2.) ein Ektotoxin, welches Gewebnekrosen verursacht.

Nach Duran-Reynals, F. (1942) zit. nach Schütz, F. und Jensen, J. (1955) bilden auch sie einen spreading-factor, der die Permeabilität des Bindegewebes erhöht und somit für die Ausbreitung von Entzündungen von Bedeutung ist.

Zu D) Streptokokken

Die Streptokokken sind kugelige Mikroorganismen von etwa $0,6 - 1 \mu$ Durchmesser. Sie sind in verschieden langen Ketten angeordnet. Auch Diplokokkenformationen sind keine Seltenheit. Neben den Hämolsinen produzieren die Streptokokken auch noch unter anderem das Ferment Hyaluronidase, welches Hyaluronsäure spaltet.

Die am häufigsten in der Mundhöhle gefundenen Streptokokken gehören nach Schütz, F. und Jensen, J. (1958) zu der ersten oben genannten Gruppe, die den Blutnährboden vergrünt, also eine Hämolyse bewirkt. Sie werden so regelmäßig auf der gesunden wie auf der kranken Mundhöhlenschleimhaut gefunden, daß sie allgemein "Mundstreptokokken" genannt werden. Ferner findet man häufig Angehörige der zweiten Gruppe und auch, aber seltener, solche der vierten, also echte hämolysierende Streptokokken mit Hämolyse.

Zu E) Gramnegative Diplokokken

Es sind stark pleomorphe, unbewegliche, kapseltragende Stäbchen, die nicht selten in Diplokokkenform auftreten und dann den Neisserien täuschend ähnlich sehen. Einige Stämme bilden aus Glukose, Galaktose, Xylose und Arabinose schwache Säuren. Bei pathologischen Verhältnissen

findet man den Keim unter anderem bei Eiterungen (Furunkel, Empyem, Wunde).

Zu F) Grampositive Stäbchen

Zu diesen gehören *Corynebakt. pseudodiphtherica*, das *Corynebakt. neuroticans* und *Laktobazillus acidophilus*. Morphologisch zeichnen sich die Corynebakterien durch ihre Vielgestaltigkeit aus. Typischer Weise sind es schlanke, manchmal leicht gekrümmte Stäbchen mit Auftreibungen an einem oder beiden Enden (Hantel-, Keulenform). Man findet auch kurze, stumpfe, fast spindelförmige Stäbchen in dieser Gruppe.

Zu G) Gramnegative Stäbchen

Zu diesen gehört hauptsächlich die *Escherichia coli*, ein kurzes, plumpes, in der Regel kapsellooses Stäbchen (etwa $1 \times 3 \mu$). In der normalen Mundhöhle sind sie nicht sehr zahlreich.

Zu H) Fadenbakterien

Es sind Grampositive, lange und unverzweigte Fäden, die Körnchen enthalten, die sich mit Methylenblau anfärben lassen. Sie vermögen kein H_2S und Indol zu bilden. Ihr Hauptvertreter ist *Leptotriches buccalis*. Schütz, F. und Jenson, J. halten sie für Niederschlagszentren der Calciumsalze bei der Zahnsteinbildung.

Zu I) Schraubenbakterien

Die in der Mundhöhle vorkommenden Spirochätenarten sind sehr zahlreich. Eine der wichtigsten, deren fakultative Pathogenität erwiesen ist, ist die der Gattung *Borrelia* zuzuordnende *Borrelia vincenti*. Es sind 5 bis 10μ lange, unregelmäßig flach gewundene Mikroorganismen, die in den Gewebsbläsionen der fusospirochätösen Erkrankungen (Angina-Plaut *vincenti*, Stomatitis ulcerosa, Noma) vorkommen. Die meisten Mundspirochäten sind obligate Anaerobier und fehlen deshalb in der Regel im zahnlosen Säuglings- oder Greisenmund. Im bezahnten Mund nehmen sie bei Zahnfleischirritationen und Parodontose stark an Zahl zu.

Zu J) Fusobakterien

Es sind strenge Anaerobier, die unbeweglich sind und keine Sporen bilden. Sie sind gramnegative, spindelförmige schlanke Stäbchen, die meist in Paaren oder einzeln vorkommen. Sie bilden Indol und H_2S . Sie lassen sich regelmäßig in geringer Zahl auch auf der Gingiva des Gesunden nachweisen. Ihre Zahl nimmt jedoch erheblich zu, falls es zu Entzündungsprozessen verschiedenster Genese kommt.

METHODIK DER STATISTISCHEN SICHERUNG

I.

Bakterioskopische Untersuchungen

Die Statistische Prüfung der bakterioskopischen Untersuchungen wurde mittels des sogenannten "Zeichentests" vorgenommen. Wenn der Endbefund eine Reduktion der Bakterienflora aufwies, vergaben wir ein negatives, im umgekehrten Falle ein positives Vorzeichen. Blieben Anfangs- und Endbefund gleich, so wurde Null gesetzt. Die Nullhypothese lautet:

Zwischen dem bakterioskopischen Bild vor und nach der Behandlung mit oberflächenaktiven Stoffen in Zahnpasten besteht kein Unterschied. Positive und negative Vorzeichen verhalten sich dann etwa wie 1 : 1 (vgl. Documenta Geigy, 1960, S. 105).

Die folgenden Tabellen I - III geben Auskunft über die bakterioskopischen Untersuchungen mit Folien und Abstrichen von den Probanden, die mit den einzelnen Pasten behandelt worden sind.

TABELLE I

Befunde und Auswertung bei 12 Probanden mit Steinapol SBL 203

		Gram ⁺ Kokken					Gram ⁻ Kokken	Gram ⁻ Stäbchen	Borrellien	Lepto
		Zellen	cyten	Staphylokokken	Streptokokken	Gram ⁺ Stäbchen	Diplokokken	Fusobakt.	Spirillen	tricken
1	a Abstr	+	-	++	=	+	+	+	-	+
	e Abstr	+	-	++	+	=	++	+	-	=
	e Folie	++	-	+	+	+	++	+	=	=
2	a Abstr	+++	-	++	+	+	+++	=	+	+
	e Abstr	++	-	+++	+	=	++	=	=	=
	e Folie	+++	+	+	+	+	+++	++	++	+
3	a Abstr	+++	+	++	=	+	++	++	+	++
	e Abstr	++	+	++	+	=	++	++	=	=
	e Folie	++	-	+++	++	+	+++	+	=	+
4	a Abstr	+++	+	+++	+	+	++	+++	+	+
	e Abstr	++	-	+	=	=	++	=	=	=
	e Folie	+++	+	+++	+	+	+++	+	=	=
5	a Abstr	+++	-	+	+	=	++	+	=	+
	e Abstr	++	+	+	+	=	+	+	=	+
	e Folie	+	+	+	=	=	+	+	=	+
6	a Abstr	++	+	+	+	=	++	++	+++	++
	e Abstr	+	+	+	=	+	++	+	=	=
	e Folie	++	=	++	=	+	++	+	=	+
7	a Abstr	++	+	+++	+	=	++	+	=	=
	e Abstr	++	=	++	=	=	+++	+	=	=
	e Folie	++	-	++	+	+	++	+	=	+
8	a Abstr	+++	-	+++	+	+	++	++	+	++
	e Abstr	+++	+	++	+	++	++	++	+	++
	e Folie	+++	+	++	+	++	+	++	+	++
9	a Abstr	++	+	++	+	=	+++	++	+	+
	e Abstr	+	=	++	=	=	++	+	=	=
	e Folie	++	+	++	+	++	++	+	+	+
10	a Abstr	+++	-	+++	+	=	+++	=	=	+
	e Abstr	++	-	+	+	+	+	+	+	+
	e Folie	+++	=	+++	++	+	+++	++	=	=
11	a Abstr	+++	+	++	+	+	++	+++	=	+
	e Abstr	+++	+	++	+	+	++	++	=	=
	e Folie	+++	+	++	+	=	+++	=	=	=
12	a Abstr	+++	-	+	=	+	+	=	=	=
	e Abstr	++	=	++	+	=	++	+	=	=
	e Folie	++	=	++	++	++	++	+	=	+

Abstr.	Nullfälle	4 ₀₈	2 ₃	2 ₅	2 ₆	7 ₁	0 ₆	4 ₁	7 ₀	5 ₁
Folie	Nullfälle	2 ₆	8 ₂	3 ₇	4 ₄	3 ₁	3 ₄	1 ₃	8 ₂	6 ₂

a = Anfangsbefund

e = Endbefund

-, +, ++, +++ = Häufigkeitsverteilungen (da zahlenmäß. Erfassung d. Keime nur schätzungsweise und annähernd möglich).

= Bakterienart fehlt

+ = vereinzelter Vorkommen

++ = häufiges Vorkommen

+++ = besonders zahlreiches Vorkommen

TABELLE II
Befunde und Auswertung bei 12 Probanden mit Texapon K 12 3/4g.

		Gram ⁺ Kokken				Gram ⁺		Gram ⁻	Gram ⁻	Borrelien	Lepto-
		Zellen	cyten	Staphylokokken	Streptokokken	Stäbchen	Diplo.	Fusobakt.	Stäbchen		
1	a Abstr	+	+	+	-	-	+	+	-	-	-
	e Abstr	++	-	+	-	-	+	+	-	-	-
	e Folie	++	+	+	+	+	3	+	-	-	-
2	a Abstr	++	+	+	+	+	+	++	-	++	+
	e Abstr	++	-	++	+	-	++	+++	-	+	-
	e Folie	++	++	+	-	+	+	+	-	+	+
3	a Abstr	+++	+	++	+	-	++	++	-	++	+
	e Abstr	++	+	+	-	-	+	+	-	-	-
	e Folie	++	-	-	-	+	+	-	-	-	-
4	a Abstr	++	-	++	+	+	+++	+	-	-	-
	e Abstr	++	-	++	-	+	++	-	-	-	-
	e Folie	++	-	++	-	+	++	-	-	-	-
5	a Abstr	++	+	+++	+	+	+++	-	-	-	-
	e Abstr	+	-	-	-	-	+	-	-	-	+
	e Folie	++	-	+++	+	-	+++	-	-	-	-
6	a Abstr	++	-	-	-	-	+	+	-	-	-
	e Abstr	+++	-	+	+	-	++	+	-	++	+
	e Folie	++	-	++	-	+	+++	++	-	+	+
7	a Abstr	+++	-	+	+	-	+	+	-	-	-
	e Abstr	++	-	++	-	+	++	++	-	-	++
	e Folie	++	+	++	-	+	++	++	+	+	+
8	a Abstr	++	-	++	-	+	+++	++	-	++	+
	e Abstr	++	-	++	+	+	++	+	-	-	-
	e Folie	++	+	++	+	+	++	+	-	-	-
9	a Abstr	++	+	++	+	+	++	+	-	-	-
	e Abstr	++	-	+	-	-	++	++	-	+	+
	e Folie	++	+	++	-	+	+++	+++	-	++	++
10	a Abstr	++	+	+++	-	+	++	++	-	++	++
	e Abstr	++	-	++	+	+	++	+	-	+	+
	e Folie	+	-	+++	+	+	++	+	-	-	-
11	a Abstr	++	+	++	+	-	++	+	-	-	+
	e Abstr	+++	+	-	-	+	+	+	-	-	-
	e Folie	++	+	+++	-	+	+++	++	+	+	+
12	a Abstr	+++	+	+++	+	-	+++	-	-	-	-
	e Abstr	+++	+	+	-	+	+	-	-	-	-
	e Folie	++	+	-	-	-	++	+++	-	+	+
	a Abstr	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	e Abstr	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	e Folie	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Abstr.	Nullfälle	5 ₄	5 ₅	2 ₇	7 ₅	5 ₄	4 ₅	4 ₅	11 ₁	7 ₄	
	Zunahmen										
	Abnahmen										
Folie	Nullfälle	7 ₂	6 ₅	4 ₅	5 ₄	8 ₄	3 ₅	3 ₅	10 ₂	6 ₂	
	Zunahmen										
	Abnahmen										

a = Anfangsbefund

e = Endbefund

+, ++, +++ = Häufigkeitsverteilungen (da zahlenmäßige Erfassung der Keime nur schätzungsweise annähernd möglich)

± = Bakterienart fehlt

± = vereinzelt Vorkommen

± = häufiges Vorkommen

+++ = besonders zahlreiches Vorkommen

TABELLE III
Befunde und Auswertung bei 12 Probanden mit Placebo

		Gram ⁺ Kokken					Gram ⁻ Kokken	Gram ⁻ Stäbchen	Borrelia	Lepto-
		Zellen	cyten	kokken	kokken	Stäbchen	Diplokok.	Fusobakt.	Spirillen	trichoen
1	a Abstr	++	+	++	+	+	++	++	=	+++
	e Abstr	+++	+	++	++	+	++	+	=	=
	e Folie	++	=	++	+	+++	++	+++	=	+
2	a Abstr	++	=	++	++	+	++	++	+++	+++
	e Abstr	++	+	+	+	+	++	+++	++	++
	e Folie	++	+++	=	=	+	+	++	+++	+
3	a Abstr	+++	=	+++	++	+	+++	=	=	+
	e Abstr	++	=	+	=	=	+	=	=	+
	e Folie	++	++	+	+	=	+	+	=	=
4	a Abstr	++	++	+	+	+	++	=	+	+
	e Abstr	++	++	+	+	+	++	=	+	+
	e Folie	++	+	++	+	+	++	+	=	=
5	a Abstr	+	=	+	=	=	+	=	=	=
	e Abstr	++	+	+	+	=	++	+	=	=
	e Folie	+++	+	+	+	+	++	++	=	+
6	a Abstr	++	+	+	+	=	+	+	=	=
	e Abstr	++	=	+	+	=	++	+	=	=
	e Folie	++	++	++	+	=	++	+	=	=
7	a Abstr	++	=	++	+	+	++	+	=	+
	e Abstr	+++	=	=	=	=	=	=	=	=
	e Folie	+	=	=	=	=	+	=	=	=
8	a Abstr	+	=	+	+	=	+	=	=	+
	e Abstr	++	=	=	+	+	+	+	=	=
	e Folie	+++	=	++	+	++	++	+++	+	++
9	a Abstr	++	+++	++	+	+	++	+	++	+
	e Abstr	+	=	+	=	=	+	=	=	=
	e Folie	++	=	++	=	+	++	=	=	=
10	a Abstr	+	=	=	=	=	+	=	=	=
	e Abstr	++	=	=	=	=	+	+	=	=
	e Folie	+	++	++	++	++	+++	=	=	=
11	a Abstr	++	=	++	++	+	+	=	=	=
	e Abstr	++	+	++	++	++	++	++	+++	+++
	e Folie	+++	=	++	+	+	+++	++	=	+
12	a Abstr	++	+	+	+	+	++	+	=	+
	e Abstr	++	=	++	=	+	++	+	=	++
	e Folie	++	=	+++	+	+	+++	+	+	+
Abstr.	a	+++	=	++	=	+	++	+	=	=
	e	+++	=	++	=	+	++	+	=	=
	Folie	+++	=	++	=	+	++	+	=	=

Abstr. Nullfälle 56₁ 74₁ 74₁ 36₃ 71₄ 57₀ 55₂ 110₁ 82₂
 Folie Nullfälle 45₃ 61₅ 55₂ 44₄ 42₆ 36₃ 70₅ 72₃ 41₇
 a = Anfangsbefund
 e = Endbefund
 -, +, ++, +++ = Häufigkeitsverteilungen (da zahlenmäßige Erfassung der Keime nur Schätzungsweise annähernd möglich)

- = Bakterienart fehlt
 + = vereinzeltes Vorkommen
 ++ = häufiges Vorkommen
 +++ = besonders zahlreiches Vorkommen

Für jeden Probanden wurde festgestellt, ob Anfangs- und Endbefund gleich oder ob eine Zunahme irgend einer Bakterienart oder ob eine Abnahme in den verschiedenen Bakterienarten stattgefunden hat.

Nun wurde für jede Spalte die Häufigkeit in den drei Klassen ermittelt. (s. Tabellen I - III).

Die Nullfälle wurden beim Vorzeichentest nicht berücksichtigt. Die Prüfung auf statistische Signifikanz wurde mit Hilfe einer Tabelle der Binomialverteilung (Documenta Geigy, 1960, S. 105) durchgeführt. Die Ergebnisse dieses Vorzeichentestes sind in Tabelle IV und V dargestellt.

Tabelle IV

Wirkung der grenzflächenaktiven Stoffe

A b s t r i c h e

	S.B.L. 203 Steinapol	K 12 Texapon	Placebo
Zellen	stat.signi- fikante Reduktion	0	0
Leukozyten	0	0	0
Staphylokokken	0	0	0
Streptokokken	0	0	0
Gram ⁺ Stäbchen	0	0	0
Gram ⁻ Kokken Diplokokken	0	0	stat.auffäll. Zunahme
Gram ⁻ Stäbchen Fusobakterien	0	0	0
Borrelien Spirillen	0	0	0
Leptotrichen	0	0	0

0 = kein statistisch erfaßbarer Unterschied zwischen Anfangs-
und Endbefund

Tabelle V

Wirkung der grenzflächenaktiven Stoffe

S t y r o f l e x a b d r u c k e

	S.B.L. 203 Steinapol	K 12 Texapon	Placebo
Zellen	0	0	0
Leukozyten	0	0	0
Staphylokokken	0	0	0
Streptokokken	0	0	0
Gram ⁺ Stäbchen	stat.auffäll. Reduktion	0	0
Gram ⁻ Kokken Diplokokken	0	0	0
Gram ⁻ Stäbchen Fusobakterien	0	0	0
Borrelien Spirillen	0	0	0
Leptotrichen	0	0	0

0 = kein statistisch erfaßbarer Unterschied zwischen Anfangs-
und Endbefund

Es ließen sich nun bei 54 durchgeführten Tests nur ein signifikantes und zwei statistisch auffällige Ergebnisse nachweisen. Dies liegt etwa in dem Bereich, den man zufällig erwarten würde. Man kann auf Grund dieses Ergebnisses nicht behaupten, daß Placebo, Steinapol SBL 203 3%ig oder Texapon K 12 3%ig eine sichere Wirkung auf eine der untersuchten Größen hat. Dieses Ergebnis mag darauf zurückzuführen sein, daß die Konzentrationen der grenzflächenaktiven Substanzen relativ niedrig sind. Riethe, P. (1966) konnte zeigen, daß grenzflächenaktive Stoffe in Handelsform für die Mundschleimhaut nicht indifferent sind. Durchgeführte klinische Untersuchungen mit grenzflächenaktiven Substanzen in Zahnpasten setzten nach Riethe, P. (1965a) keine unphysiologischen und chronischen Reize, d.h., daß die biologische Unbedenklichkeit von der Konzentration und der Art der Schaummittel abhängt.

Von Interesse ist außer der direkten Wirkung jedes Stoffes, ob zwischen oberflächenaktiven Stoffen Wirkungsunterschiede bestehen. Um solche Wirkungsunterschiede statistisch zu sichern, bedienen wir uns des χ^2 - Verfahrens im $k \times l$ Schema.

Gliedert man nach Koller, S. (1955) ein Material doppelt nach zwei Merkmalen mit k bzw. l -Klassen, so sind die beiden Merkmale unabhängig voneinander verteilt, wenn die Häufigkeitsverteilung in allen Spalten die gleiche ist und ebenso in allen Zeilen die gleiche (nämlich die Verteilung der Randsummen). Der Unabhängigkeitsprüfung liegt die Nullhypothese zugrunde, daß alle tatsächlichen beobachteten Besetzungszahlen der Felder nur Zufallsabweichungen von dieser gleichmäßigen Unabhängigkeitsverteilung sind.

Rechnerisch gingen wir so vor, daß wir uns folgendes Schema aufstellten, Zeilensumme, Spaltensumme und Randsumme bildeten.

		X	L	M	
(Zunahme)	+	2	2	4	8
(Abnahme)	-	3	5	1	9
		5	7	5	17

M = Placebo

X = Steinapol SBL 203

L = Texapon K 12

Die Nullfälle wurden nicht berücksichtigt, weil sie keine Information zur Veränderung gaben.

Wir rechneten für jede Besetzungszahl den Erwartungswert aus, indem wir jeweils die zugehörige Spaltensumme mit der zugehörigen Zeilensumme multiplizierten und dann die Randsumme dividierten.

Anschliessend wurde vom Beobachtungswert (Besetzungszahl) der Erwartungswert subtrahiert, die erhaltene Differenz quadriert, schliesslich wurde durch den Erwartungswert dividiert. Somit erhielt man den χ^2 -Wert für jedes einzelne Tabellenfeld. Diese χ^2 -Werte aus einem Schema wurden addiert und ergaben den gewünschten χ^2 -Wert, der an Hand von einer Tabelle mit der χ^2 -Verteilung (Documenta Geigy, 1960, S. 36) verglichen wird.

Die Formel zur Berechnung von χ^2 in der Notation von Koller lautet:

$$(1) \quad \chi^2 = \sum_{i,j} \frac{(n_{ij} - E_{ij})^2}{E_{ij}}$$

Man sollte das χ^2 - Verfahren nur anwenden, wenn keine der Besetzungszahlen unter 1 liegt. Da dies bei unseren Werten nicht immer zutraf, mußten wir uns in solchen Fällen eines anderen Verfahrens bedienen, des sogenannten Fisher Test's. Dieses Verfahren ist ein Randomisierungstest. Im Prinzip werden dabei alle denkbaren Kombinationen, die extremer als die beobachteten sind, zusammengestellt und die Irrtumswahrscheinlichkeit dafür bestimmt.

Da das Verfahren rechnerisch aufwendig ist, benützt man dafür vorliegende Tabellen.

Beispiel:	Paste X	Paste M	
(+) Zunahme	0 = X_1	6	6 = N_1
(-) Abnahme	8 = X_2	1	9 = N_2
	8 = X	7	15 = N

Paste X = Steinapol SBL 203

Paste M = Placebo

Die Notation folgt den Tabellen in Documenta Geigy, 1960, S. 109 - 123. Wenn im vorliegenden Beispiel (bei festem N_1 , N_2 und X_1) $X \geq 8$ ist, kann man einen Unterschied zwischen Paste X und Paste M mit genügend kleiner Irrtumswahrscheinlichkeit ($P \leq 0,01$) behaupten. Dies wird aus der Tabelle abgelesen.

TABELLE VI

Unterschiede zwischen Oberflächenaktiven Stoffen

Styroflexabdrücke

Pastenvergleich	X - M	X - L - M	L - M
Testverfahren	Fisher	χ^2	Fisher
Zellen	////	$P > 0,05$	////
Leukocyten	////	$P > 0,05$	////
Staphylokokken	////	$P > 0,05$	////
Streptokokken	////	$P > 0,05$	////
Gram ⁺ Stäbchen	$P > 0,05$	////	$P > 0,05$
Gram ⁻ Kokken	////	$P > 0,05$	////
Diplokokken	////	$P > 0,05$	////
Gram ⁻ Stäbchen	////	////	////
Fusobakterien	$P > 0,05$	////	$P > 0,05$
Borrelien	////	////	////
Spirillen	$P > 0,05$	////	$P > 0,05$
Leptotrichien	////	$P > 0,05$	////

In den Feldern, in denen Zahlen stehen, wurde das betreffende Verfahren angewendet. In allen durchgeführten Testen muss man die Nullhypothese, daß kein Unterschied besteht, weiter beibehalten.

Unterschiede zwischen Oberflächenaktiven Stoffen

A b s t r i c h e

Pastenvergleich	X - M	X - L - M	L - M
Testverfahren	Fisher	χ^2	Fisher
Zellen	stat.signif. $P \leq 0,01$	////	$P > 0,05$
Leukocyten	////	$P > 0,05$	////
Staphylokokken	////	$P > 0,05$	////
Streptokokken	$P > 0,05$	////	$P > 0,05$
Gram ⁺ Stäbchen	////	$P > 0,05$	////
Gram ⁻ Kokken	////	////	////
Diplokokken	$P > 0,05$	////	$P > 0,05$
Gram ⁻ Stäbchen	////	////	////
Fusobakterien	////	$P > 0,05$	////
Borrelien	////	////	////
Spirillen	$P > 0,05$	////	$P > 0,05$
Leptotrichen	////	$P > 0,05$	////

X - Paste = Steinapol (SBL 203)

L - Paste = Texapon K 12

M - Paste = Placebo

$P > 0,05$ = statistisch nicht auffällig

In den Feldern, in denen Zahlen stehen, wurde das betreffende Verfahren angewendet. Bei allen durchgeführten Tests muss man die Nullhypothese, da kein Unterschied besteht, weiter beibehalten, ausgenommen beim Vergleich von X und M und der Zellzahl.

II. Statistische Prüfung der kapillarmikroskopischen Auswertungen

Die Auswertung erfolgte hier ebenfalls nach dem Zeichentest,
wie oben angegeben.

TABELLE VIII

Auswertung der kapillarmikroskopischen Aufnahmen
nach dem sogenannten "Zeichentest".

Probanden		P a s t e n	
Nr.	Steinapol	Texapon K 12	Placebo
1	0	0	+
2	0	0	0
3	+	0	0
4	-	0	-
5	-	0	0
6	0	0	-
7	0	+	0
8	0	+	0
9	0	0	-
10	-	-	0
11	0	+	0
12	-	0	-
Vorzeichentest	Null- fälle 7	Null- fälle 8	Null- fälle 7
	Zu- nahme 1	Zu- nahme 3	Zu- nahme 1
	Ab- nahme 4	Ab- nahme 1	Ab- nahme 4
	$P > 0,05$	$P > 0,05$	$P > 0,05$

0 = Nullfall (Anfangs- und Endbefund gleich)

++ = Zunahme der Verknäuelung und Anzahl

-- = Abnahme der Verknäuelung und Anzahl

Kapillarmikroskopische Untersuchungen:

Man kann also nicht behaupten, daß die drei Phasen einen Wirkungseffekt auf die Gingiva zeigen, der sich von einer Zufallswirkung unterscheidet.

Es wurde zusätzlich der Fishertest herangezogen, um zu überprüfen, ob dieses Verfahren Wirkungsunterschiede beim Vergleich der einzelnen Pasten untereinander erkennen läßt. Dies ist nicht der Fall wie Tabelle IX zeigt.

TABELLE IX

Testverfahren:		Fishertest
	Steinapol - Placebo	Texapon - Placebo
Wirkung auf Kapillaren	$P > 0,05$	$P > 0,05$

III Statistische Prüfung der farbphotographischen

P M A - Index - Auswertung

Die Auswertung der Photographien geschah ebenfalls mit Hilfe des sogenannten "Zeichentests". Dabei wurde eine Verschlimmerung der Entzündung gegenüber dem Anfangsbefund mit einem positiven Vorzeichen bedacht, und wurde die Entzündung im Laufe der Behandlung geringer, dann ist ein negatives Vorzeichen vergeben worden.

Die Vorzeichen der jeweiligen Versuchsreihe wurden auf bereits bekannte Weise addiert und an Hand der Tabelle der Binomialverteilung (Documenta Geigy, 1960, S. 105) auf Signifikanz überprüft. Die Tabellen X - XII veranschaulichen diese Ergebnisse.

Farbphotographische P M A - Indexauswertung
nach dem sogenannten "Zeichentest"

Probanden		Paste Steinapol SBL 203				
		P	M	A		
1		0	0	0		
2		+	+	+		
3		0	0	0		
4		-	0	0		
5		+	+	+		
6		-	-	-		
7		0	0	0		
8		+	+	+		
9		-	-	-		
10		0	0	0		
11		0	0	0		
12		-	-	-		
Sa:12	0	5	0	6	0	7
	+	3	+	3	+	2
	-	4	-	3	-	3
	P > 0,05		P > 0,05		P > 0,05	

+ = Entzündungszunahme bei PMA

- = Reduktion der Entzündung

0 = kein Unterschied zwischen Anfangs- und Endbefund

P > 0,05 = statistisch nicht auffällig

TABELLE XI

Farbphotographische P M A - Indexauswertung
nach dem sogenannten "Zeichentest"

Probanden	Paste Texapen K 12		
	P	M	A
1	0	0	0
2	0	0	0
3	0	0	0
4	-	-	-
5	0	0	0
6	0	0	0
7	0	+	+
8	+	0	0
9	0	0	0
10	+	+	+
11	+	+	+
12	-	-	-
Sa: 12	0 7	0 7	0 7
	+ 3	+ 3	+ 3
	- 2	- 2	- 2
	$P > 0,05$	$P > 0,05$	$P > 0,05$

+ = Entzündungszunahme bei PMA

- = Reduktion der Entzündung

0 = kein Unterschied zwischen Anfangs- und Endbefund

$P > 0,05$ = statistisch nicht auffällig

Farbphotographische PMA - Indexauswertung
nach dem sogenannten "Zeichentest"

Probanden	Paste		Placebo	
	P	M	A	
1	+	0	0	
2	0	0	0	
3	-	0	0	
4	-	0	0	
5	0	0	0	
6	-	0	0	
7	0	0	0	
8	0	0	0	
9	0	0	0	
10	0	0	0	
11	0	0	0	
12	0	0	0	
Sa: 12	0 8	0 121	0 12	
	+ 1	+ 0	+ 0	
	- 3	- 0	- 0	
	P > 0,05	P > 0,05	P > 0,05	

+ = Entzündungszunahme bei PMA

- = Reduktion der Entzündung

0 = kein Unterschied zwischen Anfangs- und Endbefund

P 0,05 > = statistisch nicht auffällig

Eine Wirkung der grenzflächenaktiven Stoffe in den Pasten läßt sich mittels des Zeichentests bei den durch Farbphotographien ermittelten PMA - Einheiten in keinem Fall nachweisen. Es wäre aber denkbar, daß die Pasten sich in ihrer Wirkung unterscheiden. Diese Hypothese wurde mit Hilfe des χ^2 - Tests geprüft.

χ^2 - Test über die papilläre Region

	Paste X	Paste L	Paste M	
Nullfälle	5	7	8	20
Zunahmen	3	3	1	7
Abnahmen	4	2	3	9
	12	12	12	36

$$\chi^2 = 2,511$$

$$P > 0,05$$

χ^2 - Test über die marginale Gingiva

	Paste X	Paste L	Paste M	
Nullfälle	6	7	12	25
Zunahmen	3	3	0	6
Abnahmen	3	2	0	5
	12	12	12	36

$$\chi^2 = 8,281$$

$$P > 0,05$$

χ^2 - Test über attached Gingiva

	Paste X	Paste L	Paste M	
Nullfälle	7	7	12	26
Zunahmen	2	3	0	5
Abnahmen	3	2	0	5
	12	12	12	36

$$\chi^2 = 7,524$$

$$P > 0,05$$

Die Ergebnisse der drei χ^2 -Tests können keine unterschiedliche Wirkung zwischen den einzelnen Pasten anzeigen.

IV. Auswertung und Methodik der statistischen
Sicherung bei der Prüfung des
klinischen P M A - Index

Bei den beschriebenen Untersuchungen ergaben sich pro Proband sowohl Werte bei Behandlungsbeginn als auch nach der Behandlung. Aus diesen Wertepaaren wurden Differenzen gebildet; wobei der Anfangsbefund bei a steht und der Endbefund bei b .

Es kommt jetzt darauf an, festzustellen, ob die Ergebnisse bei der einen Paste sich wesentlich unterscheiden von denen der anderen.

Für diesen Vergleich zwischen den Wirkungen der einzelnen Pasten, wählten wir die pro Proband erzielten Differenzen. Die verschiedenen Pasten wurden bei je 12 Probanden verwendet. Die Bewertung der Probanden und der Differenzen sind voneinander unabhängig. Die Differenzen der verschiedenen Versuchsreihen wurden mit Hilfe des "Rang-Testes" nach Wilcoxon (Koller, S. 1955) für unverbundene Stichproben statistisch geprüft. Zunächst soll in einem Beispiel der Wilcoxon-Test dargestellt werden. Wie die Differenzwerte ermittelt wurden, geben die Tabellen XIII - XVIII an.

TABELLE XIII

Tabellarische Darstellung der P M A - Werte

Paste: P l a c e b o

Patientenzahl: 12

Oberkiefer

Proband	P(a)	P(b)	a - b	M(a)	M(b)	a - b	A(a)	A(b)	a - b
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	7	0	7	6	0	6	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	1	3	-2	1	3	-2	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	0	2	-2	0	2	-2	0	0	0
9	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	8	5	3	7	5	2	0	0	0

TABELLE XIV

Tabellarische Darstellung der P M A - Werte

=====

Paste: T e x a p o n K 12

Patientenzahl: 12

Oberkiefer

Proband	P(a)	P(b)	a - b	M(a)	M(b)	a - b	A(a)	A(b)	a - b
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	2	0	2	2	0	2	2	0	2
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	0	16	-16	0	16	-16	0	16	-16
10	0	30	-30	0	30	-30	0	30	-30
11	16	32	-16	16	32	-16	16	32	-16
12	15	0	15	15	0	15	15	0	15
	33	78	-45	33	78	-45	33	78	-45

TABELLE XV

Tabellarische Darstellung der P M A - Werte

Paste: Steinapol SBL 203

Patientenzahl: 12

Oberkiefer

Proband	P(a)	P(b)	a - b	M(a)	M(b)	a - b	A(a)	A(b)	a - b
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	6	12	-6	6	8	-2	6	4	2
3	2	8	-6	2	8	-6	0	4	-4
4	6	0	6	0	0	0	0	0	0
5	0	13	-13	0	13	-13	0	13	-13
6	15	0	15	15	0	15	15	0	15
7	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	0	9	-9	0	12	-12	0	12	-12
9	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	14	0	14	14	0	14	14	0	14
	43	42	1	37	41	-4	35	33	2

TABELLE XVI

Tabellarische Darstellung der P M A - Werte

Paste: Placebo

Patientenzahl: 12

Unterkiefer

Proband	P(a)	P(b)	a - b	M(a)	M(b)	a - b	A(a)	A(b)	a - b
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	8	0	8	8	0	8	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	8	0	8	8	0	8	0	0	0

TABELLE XVII

Tabellarische Darstellung der P M A - Werte

Paste: Texapon K 12

Patientenzahl: 12

Unterkiefer

Proband	P(a)	P(b)	a - b	M(a)	M(b)	a - b	A(a)	A(b)	a - b
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	2	0	2	2	0	2	2	0	2
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	0	16	-16	0	16	-16	0	16	-16
10	15	45	-30	15	30	-15	15	30	-15
11	16	32	-16	16	32	-16	16	32	-16
12	15	0	15	15	0	15	15	0	15
	48	93	-45	48	78	-30	48	78	-30

TABELLE XVIII

Tabellarische Darstellung der P M A - Werte

Paste: Steinapol SRL 203

Patientenzahl: 12

Unterkiefer

Proband	P(a)	P(b)	a - b	M(a)	M(b)	a - b	A(a)	A(b)	a - b
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	4	8	-4	0	8	-8	0	0	0
4	4	0	4	0	0	0	0	0	0
5	0	14	-14	0	14	-14	0	14	-14
6	13	0	13	13	0	13	13	0	13
7	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	8	12	-4	8	10	-2	4	10	-6
9	2	0	2	2	0	2	2	0	2
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	42	0	42	42	0	42	42	0	42
	73	34	39	65	32	33	61	24	37

Da die Paste X an anderen Probanden als die Paste M erprobt worden ist, handelt es sich, wie schon erwähnt, um unverbundene Stichproben.

Den Differenzen beider Gruppen werden Rangnummern (Spalte 2 der Tabelle) zugeteilt und zwar dergestalt, daß die kleinste Differenz die Nr. 1, die zweitkleinste die Nr. 2, die drittkleinste die Nr. 3 usw. und die größte die letzte Nummer erhält; haben mehrere Differenzen den gleichen Wert, so wird an sie gleichmäßig der Mittelwert ihrer Anordnungszahl vergeben. Die Numerierung erfolgt ohne Rücksicht darauf, ob der Fall in der Gruppe 1 oder 2 steht. Aus den Rangnummern der Gruppe mit der kleineren Fallzahl wird die Summe (S 1) gebildet.

Das Wesen der nun folgenden weiteren statistischen Prüfung kann man sich folgendermaßen veranschaulichen :

Wenn man aus einer Reihe von 24 Rangnummern (12 in der Reihe 1, 12 in der Reihe 2) sehr oft 12 Rangnummern entnehmen und die Summe der zufällig entnommenen Nummern bilden würde, dann würden, kombinatorisch bedingt, bestimmte Rangnummern oft, andere selten, wieder andere sehr selten auftreten. Man prüft, ob die vorliegende Rangsumme der Gruppe 1 zu den selten auftretenden Summen gehört. Wenn dies der Fall ist, wird die Hypothese zufälliger Entnahmen (0 - Hypothese) abgelehnt. Als "selten" bezeichnen wir nur das Auftreten in höchstens 1 % einer großen Zahl von Versuchen. 1 % ist damit die sogenannte Irrtumswahrscheinlichkeit (P), das heißt in höchstens 1 % verwerfen wir die Zufallshypothese, obwohl sie zutrifft.

Wenn zum Beispiel viele Differenzen in der Gruppe 1 im Vergleich zu denen der Gruppe 2 klein sind, erhalten sie kleine Rangnummern; die Rangsumme S 1 wird dann klein ausfallen. Weicht die Rangsumme so stark von der Erwartung (Durchschnittswert der Rangsumme bei zufälliger Entnahme) ab, daß eine Abweichung gleicher Größe nach unten oder oben zufällig nur in 1 % der Fälle vorkommt, wird die Zufallshypothese abgelehnt.

Im Einzelnen gingen wir so vor:

Der nach der Zufallshypothese zu erwartende Wert für die Nummernsuche der Gruppe 1 lautet :

$$E(S_1) = \frac{1}{2} n_1 (n_1 + n_2 + 1)$$

n_1 = Anzahl der Fälle in Gruppe 1;

n_2 = Anzahl der Fälle in Gruppe 2.

Die Differenz ($S_1 - E(S_1)$) wird mit Hilfe einer Tabelle des Wilcoxon-Tests (Pfanzagl, J. (1962) auf Signifikanz geprüft.

Im Beispiel errechneten wir einen Erwartungswert:

$$W(S_1) = 6(12 + 12 + 1) = 150;$$

und eine Rangsumme : $S_1 = 154;$

Die Differenz $S_1 - E(S_1)$ beträgt : 4

Bei einer Irrtumswahrscheinlichkeit von 1 % und bei einer Größe der Gruppen von $n_1 = 12$ und $n_2 = 12$ kann man nach der Tabelle Pfanzagl, S. 294 - 295, rein zufallsmässig eine Differenz von höchstens 44 erwarten. Da die vorliegende Differenz niedriger als dieser Wert ist, darf der Unterschied nicht als signifikant bezeichnet werden. So erfolgte die Auswertung (Tabellen-Beispiel).

TABELLE XIX

Vergleich von Steinapol SBL 203 mit Texapon K 12

Oberkiefer - Papillenregion

Fall-N ^o		a - b	Rang		a - b	Rang
1		0	13,5		0	13,5
2	EW: 150	-6	6	EW: 150	0	13,5
3		-6	7		0	13,5
4	JW: 156	6	21	JW: 144	2	20
5		-13	4		0	13,5
6	Diff: 6	15	23,5	Diff: 6	0	13,5
7		0	13,5		0	13,5
8		-9	5		0	13,5
9	nicht signif.	9	13,5	nicht signif.	-16	2
10		0	13,5		-30	1
11		0	13,5		-16	3
12		14	22		15	23,5
		+1	156		-45	144

Oberkiefer - Marginalsaum

Fall No		a - b	Rang		a - b	Rang
1		0	14		0	14
2	EW: 150	-2	7	EW: 150	0	14
3		-6	6		0	14
4	JW: 151,5	0	14	JW: 148,5	2	21
5		-13	4		0	14
6	Diff: 1,5	15	23,5	Diff: 1,5	0	14
7		0	14		0	14
8		-12	5		0	14
9	nicht signif.	0	14	nicht signif.	-16	2
10		0	14		-30	1
11		0	14		-16	3
12		14	22		15	23,5
		-4	151,5		-45	148,5

Oberkiefer - Attached Gingiva

Fall No		a - b	Rang		a - b	Rang
1		0	13		0	13
2	EW: 150	2	20,5	EW: 150	0	13
3		-4	6		0	13
4	JW: 159	0	13	JW: 141,0	2	20,5
5		-13	4		0	13
6	Diff: 9	15	23,5	Diff: 9	0	13
7		0	13		0	13
8	nicht signif.	-12	5		0	13
9		0	13	nicht signif.	-16	2
10		0	13		-30	1
11		0	13		-16	3
12		14	22		15	23,5
		+2	159		-45	141,0

TABELLE XX

Vergleich von Steinapol SBL 3o2 mit Taxapon K 12

Unterkiefer - Papillenregion

Fall-N°	a - b	Rang		a - b	Rang
1	o	12,5		o	12,5
2	EW: 15o	12,5	EW: 15o	o	12,5
3	-4	5		o	12,5
4	JW: 164	21	JW: 136	2	19,5
5	-14	4		o	12,5
6	Diff: 14	22	Diff: 14	o	12,5
7	o	12,5		o	12,5
8	-4	6		o	12,5
9	nicht signif.	19,5	nicht signif.	-16	2
10	o	12,5		-3o	1
11	o	12,5		-16	3
12	42	24		15	23
		+39	164	-45	136

Unterkiefer - Marginalsaum

Fall-N°	a - b	Rang		a - b	Rang
1	o	13		o	13
2	EW: 15o	13	EW: 15o	o	13
3	-8	5		o	13
4	JW: 159,5	13	JW: 14o,5	2	2o,5
5	-14	4		o	13
6	Diff: 9,5	22	Diff: 9,5	o	13
7	o	13		o	13
8	-2	6		o	13
9	nicht signif.	2o,5	nicht signif.	-16	2
10	o	13		-15	1
11	o	13		-16	3
12	42	24		15	23
		+33	159,5	-3o	14o,5

Unterkiefer - Attached Gingiva

Fall-N°	a - b	Rang		a - b	Rang
1	o	12,5		o	12,5
2	EW: 15o	12,5	EW: 15o	o	12,5
3	o	12,5		o	12,5
4	JW: 163	12,5	JW: 137	2	2o,5
5	-14	4		o	12,5
6	Diff: 13	22	Diff: 13	o	12,5
7	o	12,5		o	12,5
8	-6	5		o	12,5
9	nicht signif.	2o,5	nicht signif.	-16	1
10	o	12,5		-15	3
11	o	12,5		-16	2
12	42	24		15	23
		+37	163	-3o	137

Ergebnisse des Wilcoxon - Testes
für unverbundene Stichproben

		X - M	L - M	X - L
<u>Oberkiefer</u>	P	$P > 0,05$	$P > 0,05$	$P > 0,05$
	M	$P > 0,05$	$P > 0,05$	$P > 0,05$
	A	$P > 0,05$	$P > 0,05$	$P > 0,05$
<u>Unterkiefer</u>	P	$P > 0,05$	$P > 0,05$	$P > 0,05$
	M	$P > 0,05$	$P > 0,05$	$P > 0,05$
	A	$P > 0,05$	$P > 0,05$	$P > 0,05$

P = papilläre Region

M = marginale Region

A = attached Gingiva

$P > 0,05$ = Statistisch nicht signifikant

X = Steinapol SBL 203

L = Texapon K 12

M = Placebo

Alle Pasten zeigen keine Signifikanz, d.h. daß nach zweiwöchentlicher Behandlung ein Unterschied in der Wirkung der drei Pasten nicht behauptet werden kann.

Erfahrungsgemäß wirkt sich die regelmäßige mechanische Zahnreinigung und Zahnfleischmassage auf die Karies- und Parodontalprophylaxe aus. Das Reinigungsvermögen wird durch schäumende und emulgierende Eigenschaften grenzflächenaktiver Stoffe in Zahnpasten unterstützt, die die Säuberung von Prädispositionsstellen begünstigen und die Belagausbildung hemmen.

Während die grenzflächenaktive Wirkung für die Kariesprophylaxe bedeutsam erscheint, kann die Gefahr von Epithelschäden durch grenzflächenaktive Verbindungen bei unterschiedlicher Art und Konzentration nicht ausgeschlossen werden.

Bei den von uns untersuchten grenzflächenaktiven Stoffen in einer Calciumphosphathaltigen Paste (Dicalciumphosphat-dihydrat) handelt es sich um Steinapol SBL 203 (Sulfobernsteinsäurehalbester), Texapon K 12 (Natrium-lauroyl-Sulfat) und einer Placebopaste.

Die im doppelten Blindverfahren durchgeführten Untersuchungen wurden nach 2 Wochen abgesetzt. Probanden mit regelmäßiger Zahnpflege, vorwiegend Studenten, wurden angewiesen, entsprechend ihrer Zahnreinigungsgewohnheit zweimal täglich für die Dauer von 2 Minuten Zähne und Zahnfleisch der PMA-Einheiten mit den Pasten zu putzen. Es muß hervorgehoben werden, daß die Pasten eine einheitliche Konzentration von 3% grenzflächenaktiven Stoffen enthielten. Die Konzentration auf 3% wurde bewußt eingestellt, weil sie einmal als Grenzwert angesehen wird, zum anderen, um eine vermeintliche Toxizität dieser Stoffe an der Bakterienflora und der Gingiva bestimmen zu können.

Neben der Aushändigung einer neuen Bürste wurden die Probanden angewiesen, keine zusätzlichen therapeutischen Mittel zu gebrauchen. Der Indikationsbereich erstreckte sich auf eine "normale", entzündungsfreie Gingiva. Die Untersuchungen wurden wie folgt durchgeführt:

1. Bakterioskopische Untersuchungen
2. Farbphotographischer und kapillarmikroskopischer Vergleich
3. Klinische Untersuchung (PMA-Index)

Die Auswertungen der bakterioskopischen Untersuchungen (Styroflex-Abdruck- und Abstrichverfahren) zeigen, daß nach dem "Zeichentest" χ^2 - Test und Fishertest die auf drei Prozent eingestellten oberflächenaktiven Stoffe Steinapol SBL 203 und Texapon K 12 in Calciumphosphathaltigen Zahnpasten Bakterienflora und Belagsdichten nicht wesentlich beeinflussen konnten.

Bei 54 durchgeführten Prüfungen war nur ein statistischer Test, der die Reduktion von Epithelzellen nach "Steinapol" - Beeinflussung wiedergab, statistisch signifikant bei der Abstrichmethode, während eine statistisch auffällige Zunahme der Gram⁺Kokken und Diplokokken beim gleichen Verfahren beobachtet wurde.

Die Wirkung der grenzflächenaktiven Substanzen zeigte nach dem Styroflexabdruckverfahren eine statistisch auffällige Reduktion von Gram⁺Stäbchen.

Die Auswertung der kapillarmikroskopischen Vergleiche mittels "Zeichentest" und χ^2 - Test von initialen und terminalen Befund mit dem Zeiss-Auflicht-Mikroskop nach Applikation der grenzflächenaktiven Substanzen lieferte statistisch keine nachweisbaren Ergebnisse. Die gestörte periphere Durchblutung wird als Ausdruck einer Abwehrreaktion der betreffenden Gefäßabschnitte auf die Reize grenzflächenaktiver Stoffe angesehen.

Die Auswertung des farbphotographischen Vergleichs wurde mit dem "Zeichentest" durchgeführt. Hierbei ließ sich eine Wirkung der grenzflächenaktiven Stoffe in den Pasten bei den PMA-Einheiten nicht nachweisen. Ferner konnte mit Hilfe des χ^2 - Testes keine unterschiedliche Wirkung zwischen den einzelnen Pasten festgestellt werden.

Beim Vergleich der klinisch ermittelten PMA-Indices lassen sich mit dem "Rang-Test" nach Wilcoxon für unverbundene Stichproben keine statistisch gesicherten Unterschiede feststellen.

Ob die Ergebnisse durch eine höhere Probandenzahl zu beeinflussen sind, bleibt weiteren Untersuchungen vorbehalten.

Frühere Untersuchungen zeigen, daß grenzflächenaktive Substanzen in Handelsform für die Mundschleimhaut nicht indifferent sind. Bei den von uns untersuchten grenzflächenaktiven Stoffen in einer Calciumphosphathaltigen Paste (Dicalciumphosphat-dihydrat) handelt es sich um Steinapol SBL 203 (Sulfobernsteinsäurehalbester), Texapon K 12 (Natrium-lauroylsulfat) und eine Placebopaste.

Die in doppelten Blindverfahren durchgeführten Untersuchungen wurden nach zwei Wochen abgesetzt. Die Probanden wurden angewiesen, zweimal täglich für die Dauer von zwei Minuten Zähne und Zahnfleisch zu putzen. Die Pasten enthielten einheitlich eine Konzentration von 3 % grenzflächenaktiven Stoffen. Der Indikationsbereich erstreckte sich auf eine "normale" entzündungsfreie Gingiva. Die Untersuchungen wurden wie folgt durchgeführt: Kapillarmikroskopischer Vergleich, P M A - Index (gewöhnliche klinische Blickdiagnose und farbphotographischer Vergleich) sowie bakterioskopische Untersuchungen (Styroflexabdruckverfahren und Abstrichverfahren).

Die zur Prüfung der einzelnen Versuchsreihen herangezogenen statistischen Methoden: Vorzeichen-test, Chi-Quadrat-Test, Fisher-Test und Rangtest für unverbundene Stichproben nach Wilcoxon zeigten keine statistisch signifikanten oder statistisch auffälligen Unterschiede.

Unsere durchgeführten klinischen Untersuchungen mit grenzflächenaktiven Substanzen in einer Konzentration von drei Prozent setzten nach vierzehntägiger Applikationsdauer keine unphysiologischen und chronischen Reize, d.h. daß die biologische Unbedenklichkeit von der Konzentration und der Art der Schaummittel abhängt.

LITERATURVERZEICHNIS

- Berger, U.: Mikrobiologie der Mundhöhle für Zahnärzte und Studenten,
München-Berlin 1955, S. 182, 184, 200.
- Berger, U. und Hummel, K.: Einführung in die Mikrobiologie und Immunitätslehre,
München-Berlin 1964, S. 249 f., 258-262.
- Bibby Basil, G.: Die Rolle von Bakterien bei Zahnbetterkrankungen,
Dent.Abstr. 6, 272-273 (1961)
Ref. in: Quintess.zahnärztl.Lit. 10,
Ref. 1743, 1-2 (1961)
- Bober, H.: Untersuchungen zum Problem der Wirkung von Waschpulvern auf die menschliche Haut I: Statistische und methodische Voruntersuchungen
Fette und Seifen 1951, S. 53, 548.
- Borneff, J.: Fütterung mit grenzflächenaktiven Substanzen und Disposition für Infekte,
Arch. Hyg. (Berl.) 141, 578 (1957)
- Borneff, J.: Carcerogene Substanzen in Wasser und Boden,
Arch. Hyg. (Berl.) 144, 249-262 (1960)
- Bossard, J.F.: Zur Frage der Zahnpflegemittel,
Schweiz.Mschr. Zahnhlk. 60, 193 f. (1950)
- Bossard, J.F.: M.-Hygiene und Frühbehandlung parodontaler Affektionen,
Schweiz.Mschr. Zahnhlk. 69, 187 (1959)
- Bossard, J.F.: Hyperhydration und Ödem bei Parodontopathien,
Öst.Z. Stomat. 61, 33 (1964)
- Brachmann, F.: Klinische Beobachtungen bei der Lösung mundhygienischer Probleme,
Zahnärztl. Prax. 14, 13 f., (1963)
- Documenta Geigy: Wissenschaftliche Tabellen, 6. Auflage,
Basel 1960, S. 36, 105.

- Driak, F. und Keresztesi, K.:
Die Wirkung von Sulforizinoleaten auf die
Mundschleimhaut,
Schweiz.Mschr. Zahnhlk. 10, 999-1007 (1954)
- Dunker, L.: Der Einfluß oberflächenaktiver Stoffe auf
die Mundschleimhaut,
Zahnärztl.Welt 67, 81 (1966)
- Epstein, S.: Trondson, A.H.: Dock, W.: Tainter, M.L.:
Possible Deleterious Effects of Using Soap
Substitutes in Dentifrices,
J.Amer.dent.Ass. 26, 1461-1471 (1939)
- Focke, G.: Marginales Parodentium und häusliche Selbst-
pflege,
Zahnärztl.Welt 6, 106-109 (1951)
- Forsslund, G.: Die Struktur und Funktion des subepithelialen
Kapillarsystems des Zahnfleisches,
Dtsch.zahnärztl. Z. 19, 753 (1964)
- Fosdick, L.S.: A new approach to-the
Problem of dental Caries control
J.Dent.Res. 32, 486-496 (1953)
- Franke, J.: Über die Struktur und Funktion des Endstrombahn
bei parodontalen Erkrankungen
Dtsch.zahnärztl. Z. 19, 177 (1964)
- Franke, J.: Über die feinen Blutgefäße am Zahnfleischsaum,
Dtsch.zahnärztl. Z. 11, 1253 (1956)
- Franke, J.: Die feinen Gefäße des gesunden und erkrankten
Zahnfleischsaumes,
Bibl. anat. Europ. Konf. Mikrozirkulation,
Hamburg 1960, S. 254.
- Fröhlich, E.: Periphere Durchblutung des Parodontiums
Dtsch.zahnärztl. Z. 19, 153 (1964)
- Gins, H.A.: und Mattig, G.:
Das Verfahren zur "topographischen Mikroskopie
des Zahnfleischsaumes",
Zbl. Bakt. I, Orig. Band, 1940, S. 146, 189.
- Gins, H.A.: Die übertragbare Zahnfleiscentzündung,
Stuttgart 1947, S. 43, 44, 45.

- Gins, H.A.: Pathogenese Bekämpfung der infektiösen Parodontitis, Schweiz.Machr. Zahnhlk. 1, 57, (1955)
- Glickmann, I.: Clinical periodontology, Philadelphia, London 1964, S. 1 - 29.
- Gräf, W.: Anaerobe Myxobakterien, Neue Mikroben in der menschlichen Mundhöhle, Arch.Hyg. (Berl.) 145, 405 (1961)
- Hartlmaier, K.M.: Biologische Mundpflege, Zahnärztl. Mitt. 3, 81 (1958)
- Hirt, Chr. und Mühlemann, H.R.: Objektive Erfassung der Gingivatherapeutischen Wirkung einer Zahnpaste, Parodontologie 10, 44-52 (1956)
- Illig, L.: Grundsätzliches über Bau, Funktion und Störung der terminalen Strombahn, Dtsch.zahnärztl. Z. 19, 165 (1964)
- Illig, L.: Terminale Strombahn, Berlin-Heidelberg 1961, S. 301-360.
- Jirgensos, B. und Straumann, M.: Kurzes Lehrbuch der Kolloidchemie, Berlin-Göttingen-Heidelberg 1949, S. 37-38.
- Kitchin, P.C. und Graham, W.C.: Sodium-Alkyl-Sulfate as a Detergent in Tooth Paste, J.Amer.dent.Ass. 24, 736 (1962)
- Klein, H.S.: Untersuchungen über die Bedeutung der Treponema Vincenti für die Entstehung von Zahnfleischerkrankungen, Zahnärztl.Prax. 13, 1-3 (1962)
- Koller, S.: Statistische Auswertung der Versuchsergebnisse in Hoppe/Seyler/Thierfelder: Handbuch der physiologischen und pathologisch-chemischen Analyse Berlin 1955, S. 972 ff.
- Kuschinsky, G. und Lillmann, H.: Kurzes Lehrbuch der Pharmakologie, Stuttgart 1964, S. 214.

- Laux, K.: Die Grenzflächenaktiven Stoffe,
Chemische Technologie,
München 1960, S. 154, 158, 159, 160, 169, 178,
179, 182, 183, 200, 201, 203, 207, 208.
- Leonhardt, J.: Klinische Studien über den Einfluß von Zahn-
pasten durch Zähneputzen,
Zahnärztl.Welt 62, 546 (1961)
- Massler, M.: Schour, J.: Chopra, B.:
Occurence of Gingivitis in Suburban,
Chicago School Children,
J. Periodont 21, 146-157 (1950)
- Mattig, G.: Physiologische Mundpflege,
Zahnärztl.Welt 59, 695 (1958)
und 61, 55 (1960)
- Mattig, G. und Jäger, R.:
"Netzmittel und Parodontalschäden"
Klin.Wschr. 48/51, 748 (1943)
- Mutscheiknaus, R. und Schumann, J.:
Die Technik der Vitalmikroskopie in der
Mundhöhle,
Dtsch.zahnärztl. Z. 20, 915 (1965)
- Orban, B.: Wentz, M.F.: Everett, F.G.: Grant, D.A.:
Periodontics,
A Concept - Theory and Practice,
St. Louis 1958, S. 92.
- Pfanzagl, J.: Allgemeine Methodenlehre der Statistik,
Berlin 1962, S. 119, 133 ff.
- Plathner, C.H.: Zahn- und Mundpflege in moderner Sicht und
unsere hiesigen Zahnpasten,
Dtsch. Stomat. 2, 138 (1958)
- Riethe, P.:_a Untersuchung über die Wirksamkeit von
Mundpflegemitteln,
Dtsch. zahnärztl. Z. 20, 134 (1965)
- Riethe, P.:_b Veränderungen der Oberflächenstruktur der
"attached Gingiva" bei jungen und alten Menschen,
Dtsch.zahnärztl. Z. 20, 1028 (1965)

- Riethe, F.: Beitrag zur Wirkung grenzflächenaktiver Stoffe auf die Gingiva, Les Parodontopathies, Genf, Paris 1966, S. 347-354.
- Roligk, H.: Gedanken über unsere Mundpflegemittel, Zahnärztl. Mitt. 51, 1003 (1961)
- Rotter, W. und Lapp, H.: Pathologische Anatomie des Mundhöhlenbereichs in: Handbuch der Zahn- Mund- und Kieferheilkunde Bd. 1 München-Berlin 1958, S. 755-760.
- Schmidt, B.: Kann durch biologische Wirkstoffe eine Umstimmung pathologischer Erscheinungen in der Mundhöhle erzielt werden? Zahnärztl. Welt 60, 178 (1959)
- Schmidt, B.: Fuchs, E.: Goethe, H.: Über die Bedeutung biologischer Mund- und Zahnpflege bei Seeleuten in der Tropenfahrt, Zahnärztl. Welt 62, 806 (1961)
- Schütz, F. und Jensen, J.: Die Mikrobiologie der Mundhöhle in: Handbuch der Zahn- Mund- und Kieferheilkunde Bd. 2 München-Berlin 1955, S. 245.
- Smith, D.T.: Oral Spirochetes and Related Organismen in Fusospirochetal, Disease - Baltimore 1932, S. 153.
- Willi, W.: Sulforizinooleat in der Prophylaxe der Zahn- und Mundkrankheiten, Schweiz.Mschr. Zahnhlk. 27, 1021 (1937)

An dieser Stelle sei es mir erlaubt,
Herrn Professor Dr. Dr. P. Riethe
für die freundliche Überlassung des
Themas und seine wertvollen Anregungen
meinen herzlichsten Dank auszusprechen.

Für die lebenswürdige Unterstützung
bei der statistischen Auswertung
möchte ich mich bei
Herrn Professor Dr. Dr. S. Koller
und seinem Assistenten
Herrn Dr. Überla
herzlich bedanken.

LEBENS LAUF

Am 4. April 1941 wurde ich als Sohn des Oberförsters Franz Schönberg und Ehefrau Käthe Schönberg, geborene Kunzler, in Prüm geboren, katholisch getauft und erzogen. Ich bin das jüngste von fünf Kindern.

Mein Vater wurde kurz nach meiner Geburt nach Luxemburg versetzt, wo ich meine frühe Kindheit verlebte. Nach der Flucht in den Westerwald gegen Kriegsende kam ich wegen der kümmerlichen wirtschaftlichen Verhältnisse meiner Eltern zu einer Tante in Haselünne bei Meppen, wo ich vom 1. August 1947 bis 1948 im Frühjahr die dortige Volksschule besuchte. Nach Rückkehr zu meinen Eltern 1948 kam ich auf die Volksschule in Wissen an der Sieg, während die Versetzung meines Vaters nach Sponheim an der Nahe einen erneuten Schulwechsel auf die Volksschule Sponheim mit sich brachte. Im Jahre 1955 wurde ich aus der Volksschule Sponheim entlassen. Während des Besuches der landwirtschaftlichen Berufsschule in Waldböckelheim nahm ich Unterricht in Französisch, Englisch und Mathematik, um mich auf den Besuch des Gymnasiums vorzubereiten. Nach bestandener Prüfung für die Untertertia 1956 besuchte ich den mathematisch-naturwissenschaftlichen Zweig des Staatlichen Gymnasiums in Bad Kreuznach bis zum Abitur im Frühjahr 1962. Anschließend immatrikulierte ich mich an der Mainzer Universität für das zahnmedizinische Studium. Im Wintersemester 1964/65 bestand ich die zahnärztliche Vorprüfung an der Johannes-Gutenberg-Universität in Mainz und beabsichtige nun nach dem Sommersemester 1967 das Staatsexamen abzulegen.

